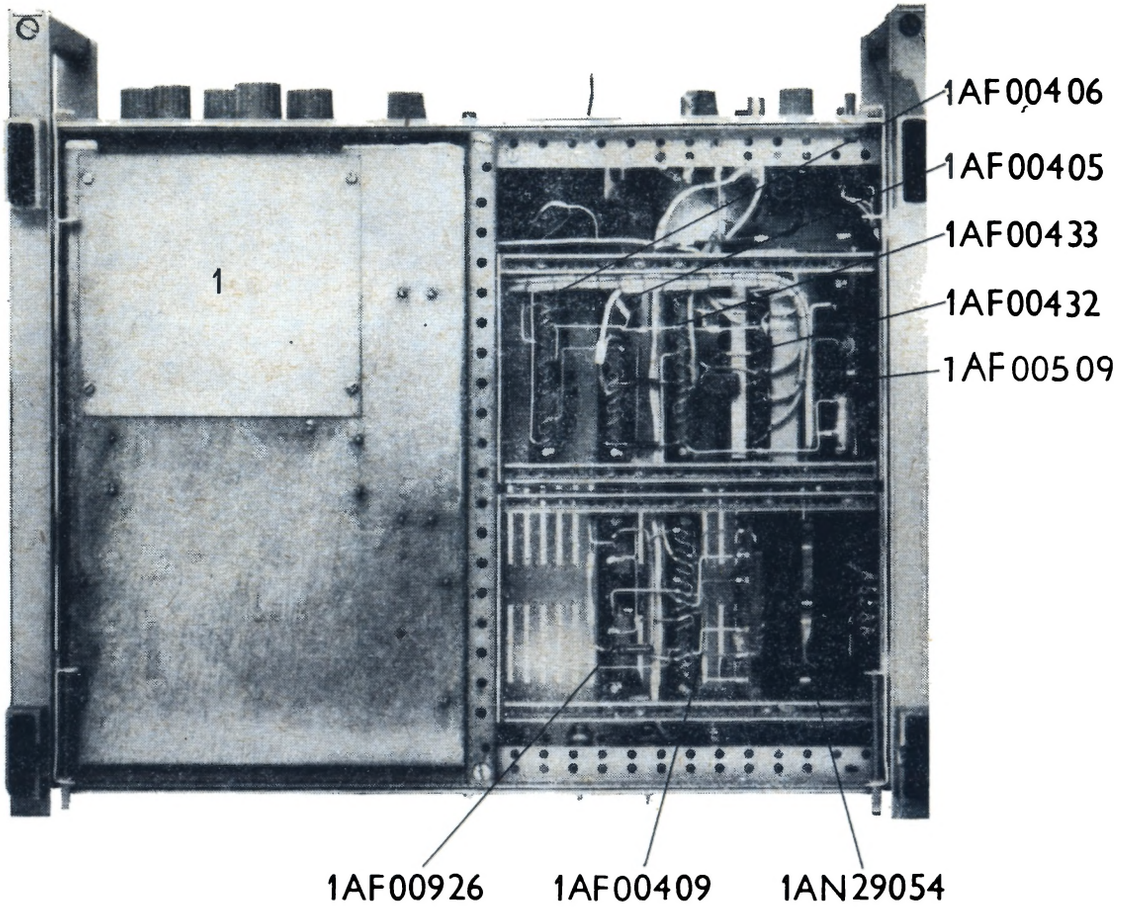
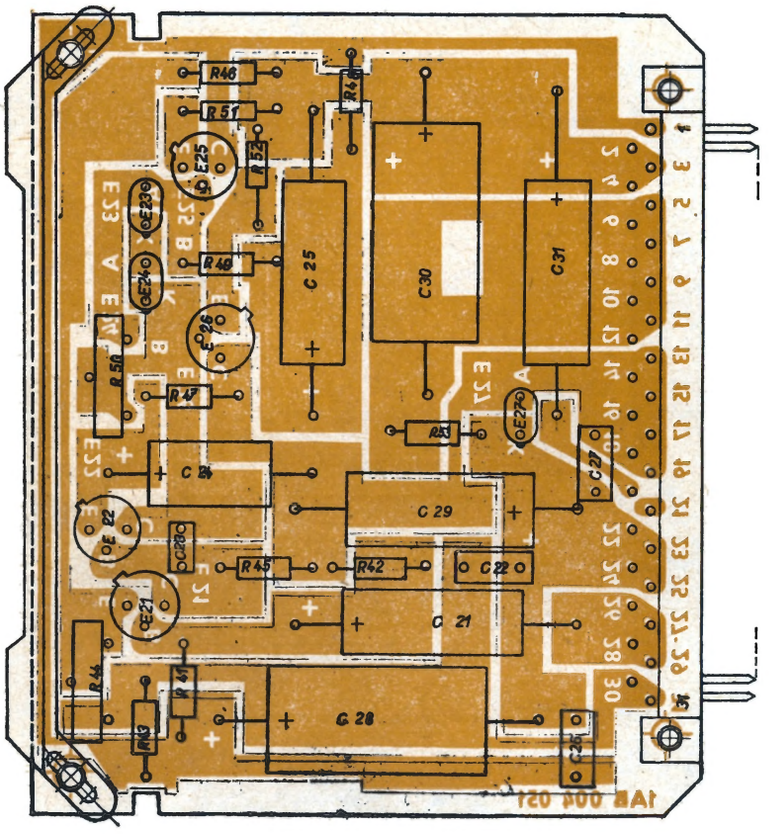


1AF 004 05 zesilovač výkonový I
1AF 004 06 detektor
1AF 004 09 filtrační kondenzátory
1AF 004 32 zesilovač budicí
1AF 004 33 zesilovač výkonový II
1AF 005 99 stabilizovaný zdroj
1AF 009 26 stabilizovaný zdroj
1AN 290 54 transformátor a usměrňovač
1 — tepelně izolovaná komůrka pro T článek

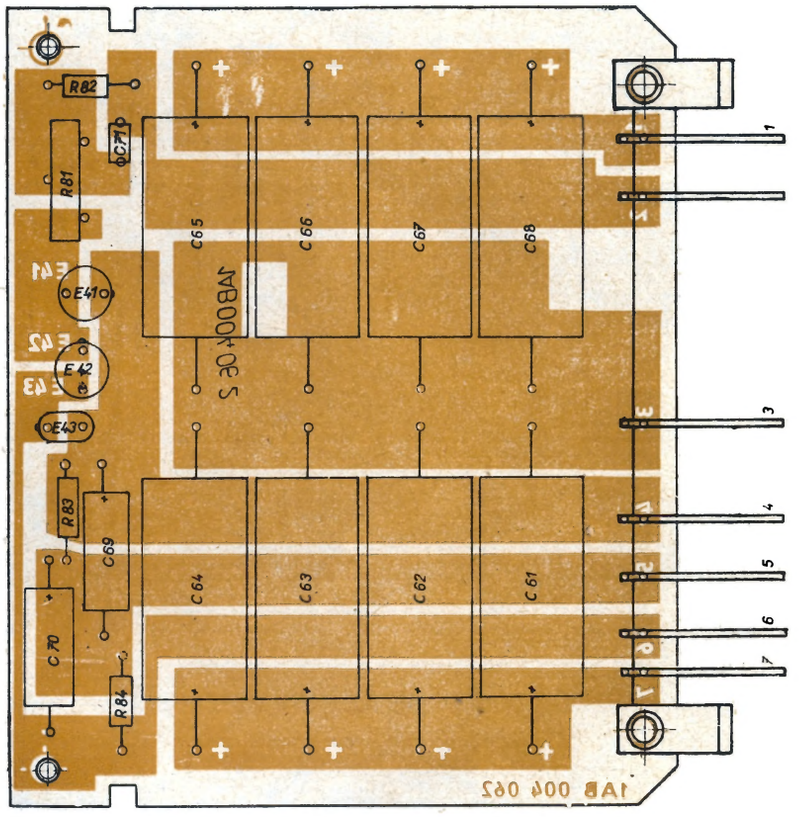
1AF 004 05 Усилитель мощности I
1AF 004 06 Детектор
1AF 004 09 Конденсаторы фильтра
1AF 004 32 Усилитель возбуждения
1AF 004 33 Усилитель мощности II
1AF 005 99 Стабилизированный источник
1AF 009 26 Стабилизированный источник
1AN 290 54 Трансформатор и выпрямитель
1 — Температурно изолированная камера для Т-образной схемы

1AF 004 05 Power amplifier I
1AF 004 06 Detector
1AF 004 09 Filter capacitors
1AF 004 32 Exciting amplifier
1AF 004 33 Power amplifier II
1AF 005 99 Stabilized supply
1AF 009 26 Stabilized supply
1AN 290 54 Transformer and rectifier
1 — Thermally isolated chamber for T cell



Výkonový zesilovač I
Мощный усилитель I
Power amplifier I

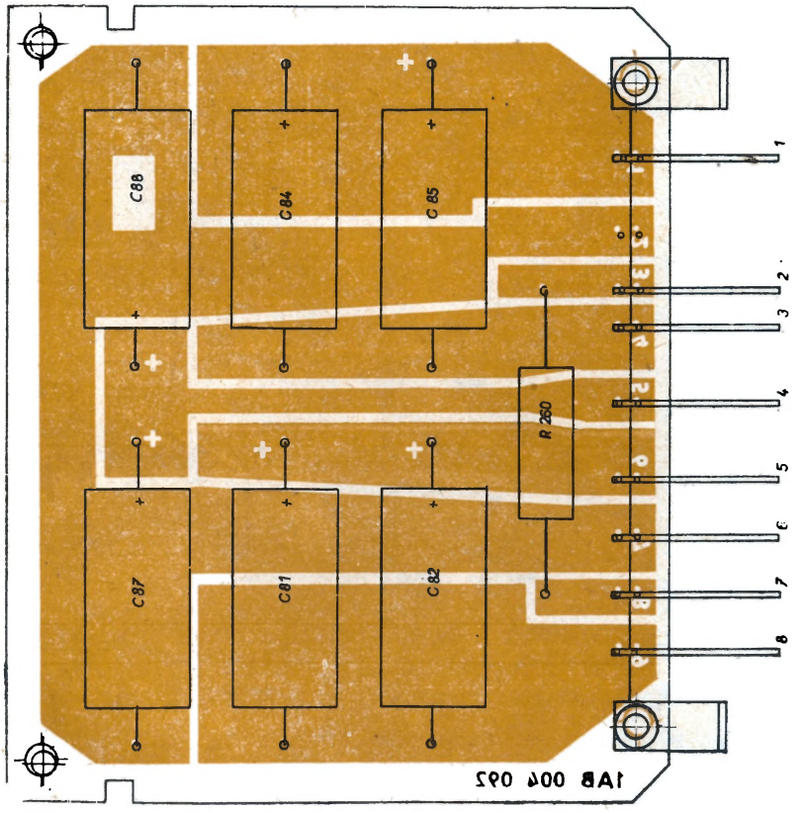
1AF 004 05



Detektor
Детектор
Detector

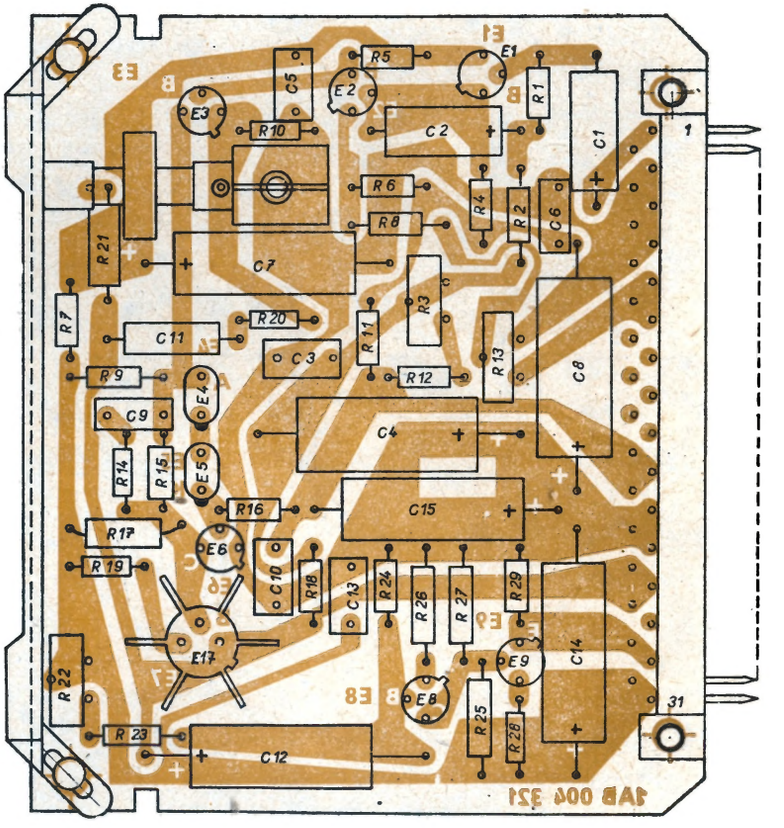
1AF 004 06

BM 524/2



Deska sestavená
Пластина в сборе
Board assembled

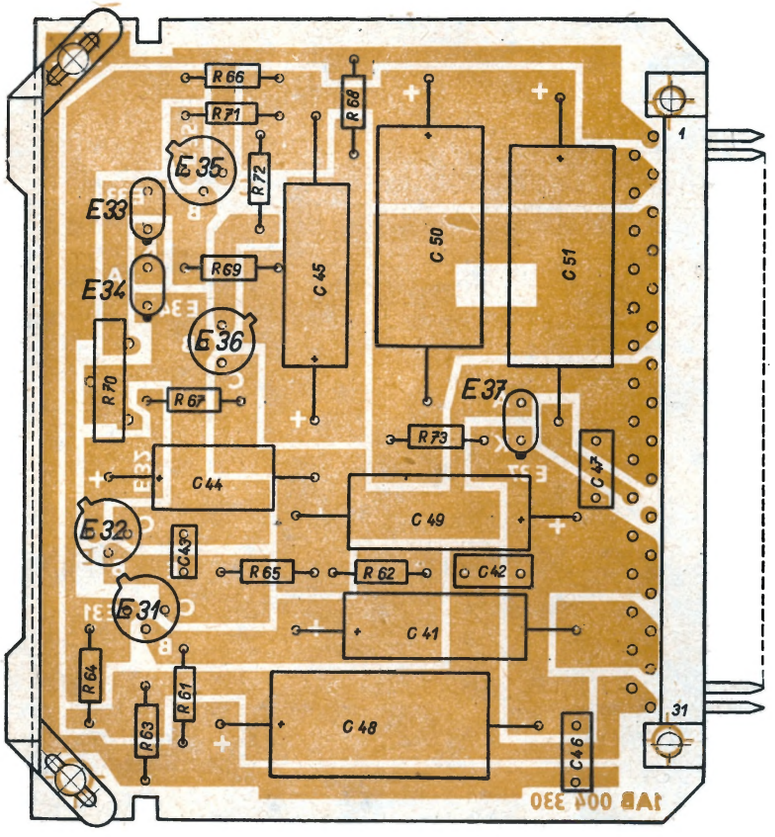
1AF 004 09



Budicí zesilovač
Усилитель возбуждения
Exciting amplifier

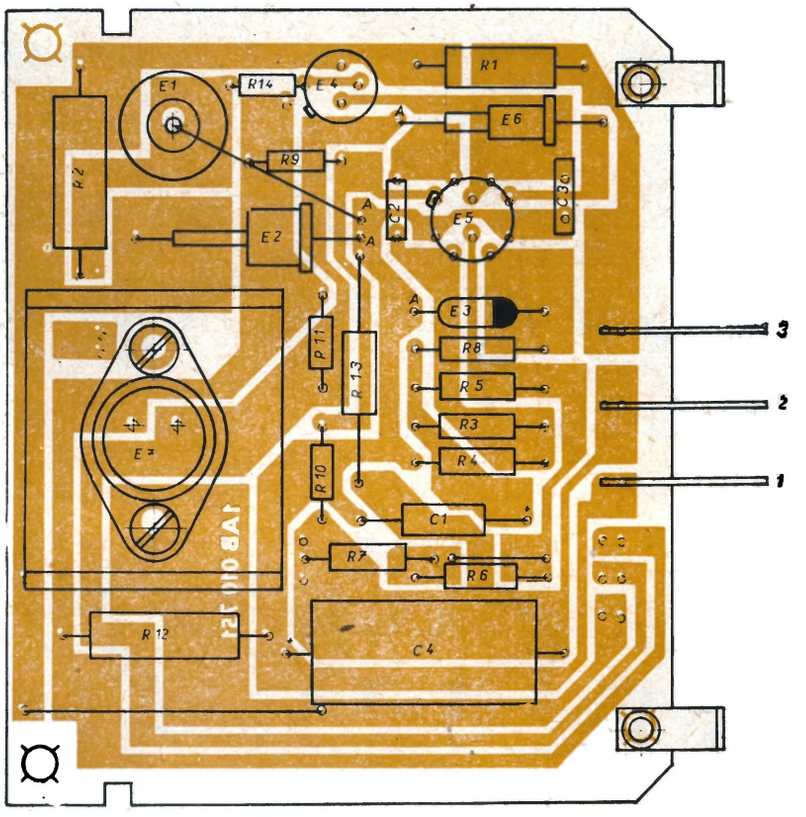
1AF 004 32

BM 524/3



Výkonový zesilovač II
Мощный усилитель II
Power amplifier II

1AF 004 33

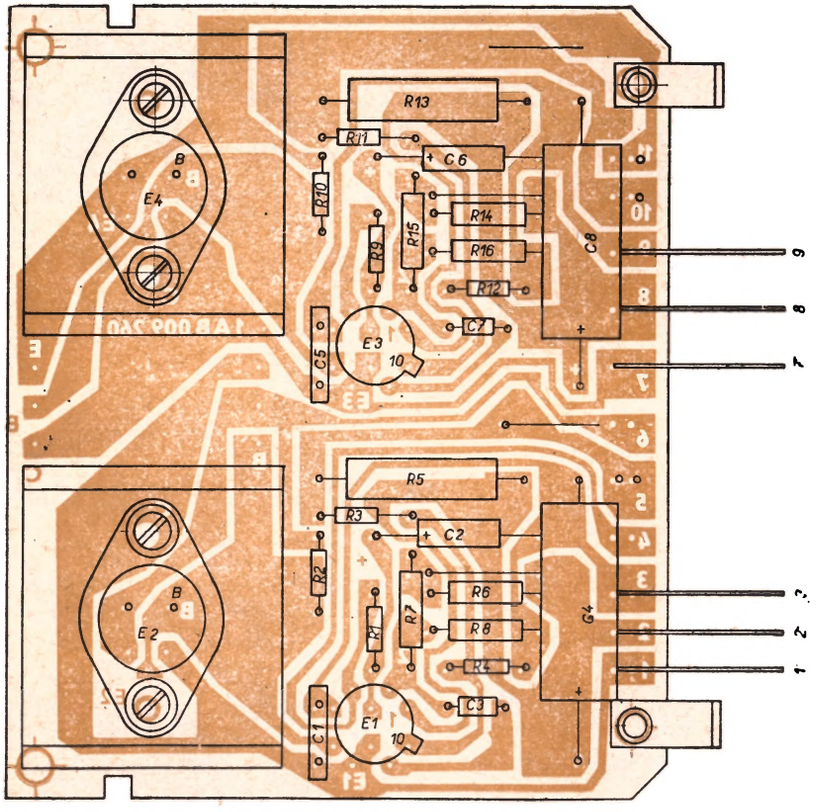


Stabilizátor
Стабилизатор
Stabilizer

1AF 005 99

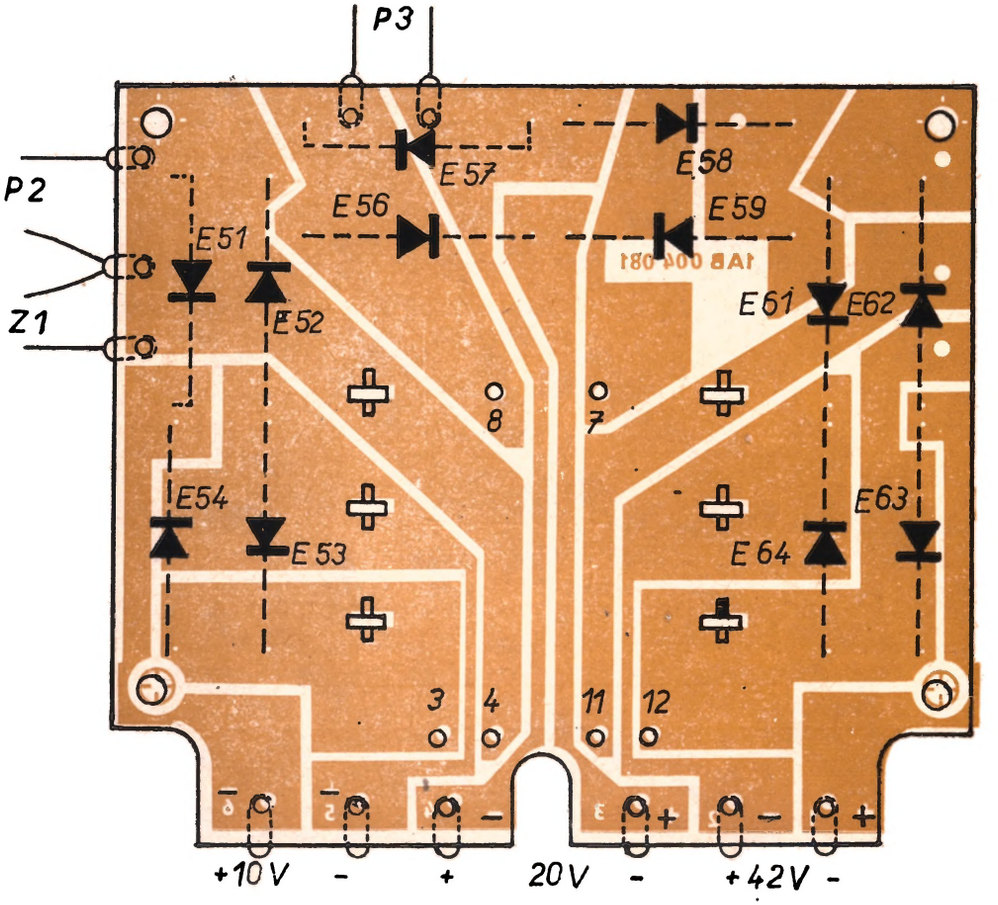
BM 524/4

Pohled ze strany tištěného spoje!
Вид со стороны печатного монтажа!
View from the side of printed circuit board!



Stabilizátor
Стабилизатор
Stabilizer

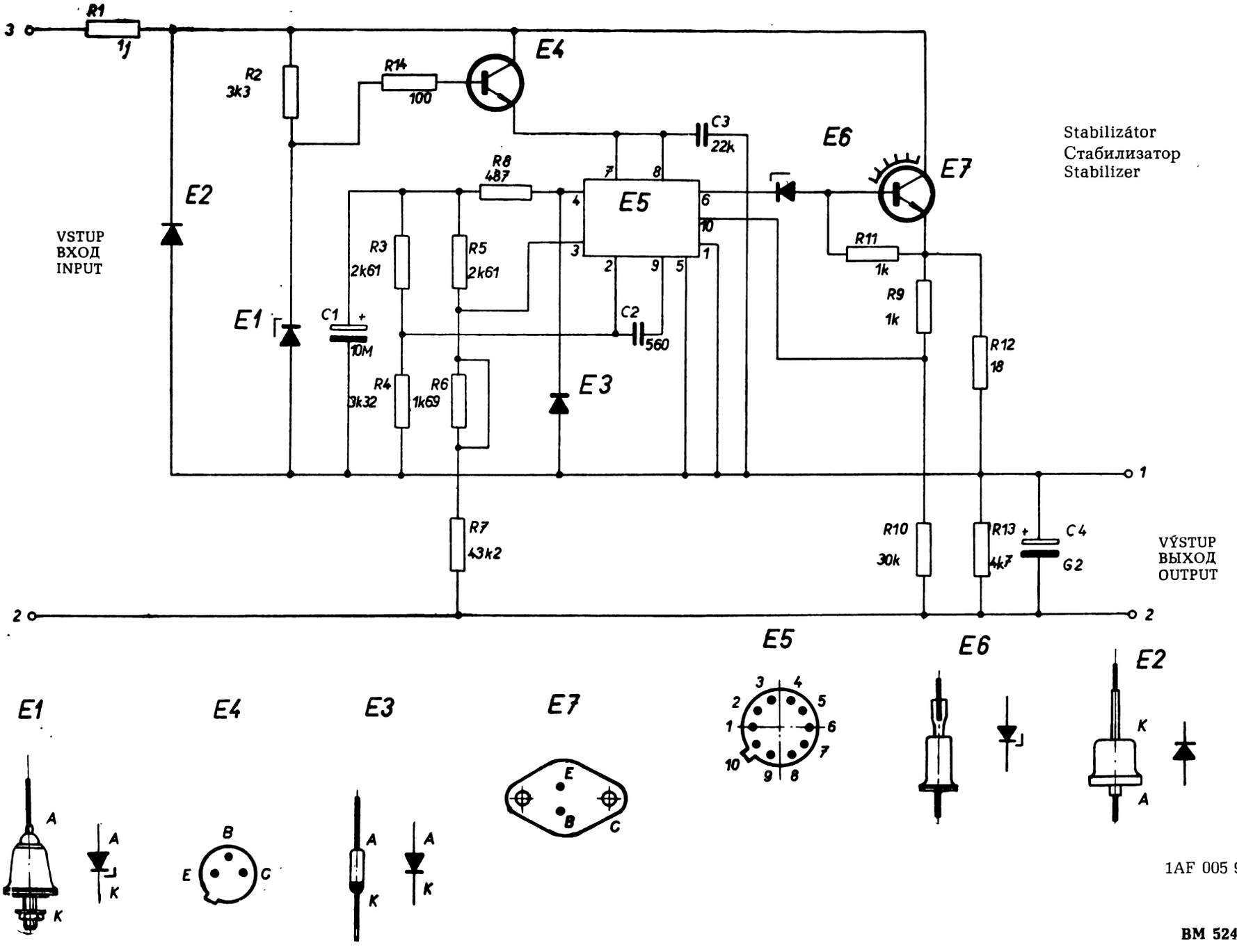
1AF 009 26



Usměrňovač
Выпрямитель
Rectifier

1AN 290 54

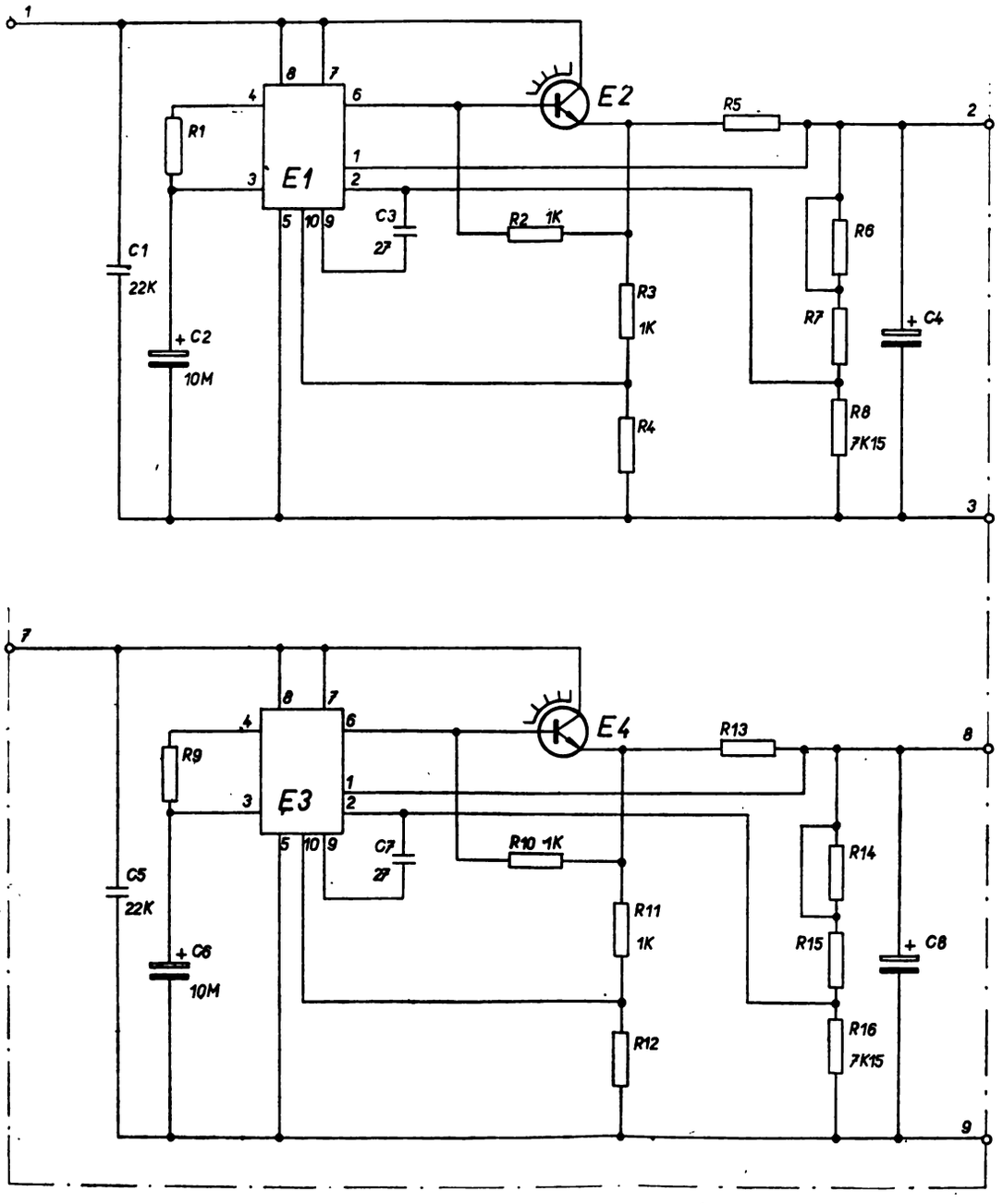
BM 524/5



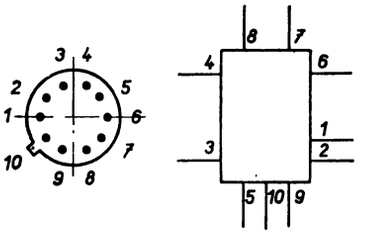
Stabilizátor
Стабилизатор
Stabilizer

1AF 005 99

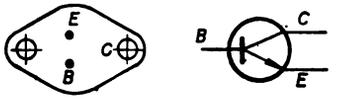
BM 524/6



E1, E3



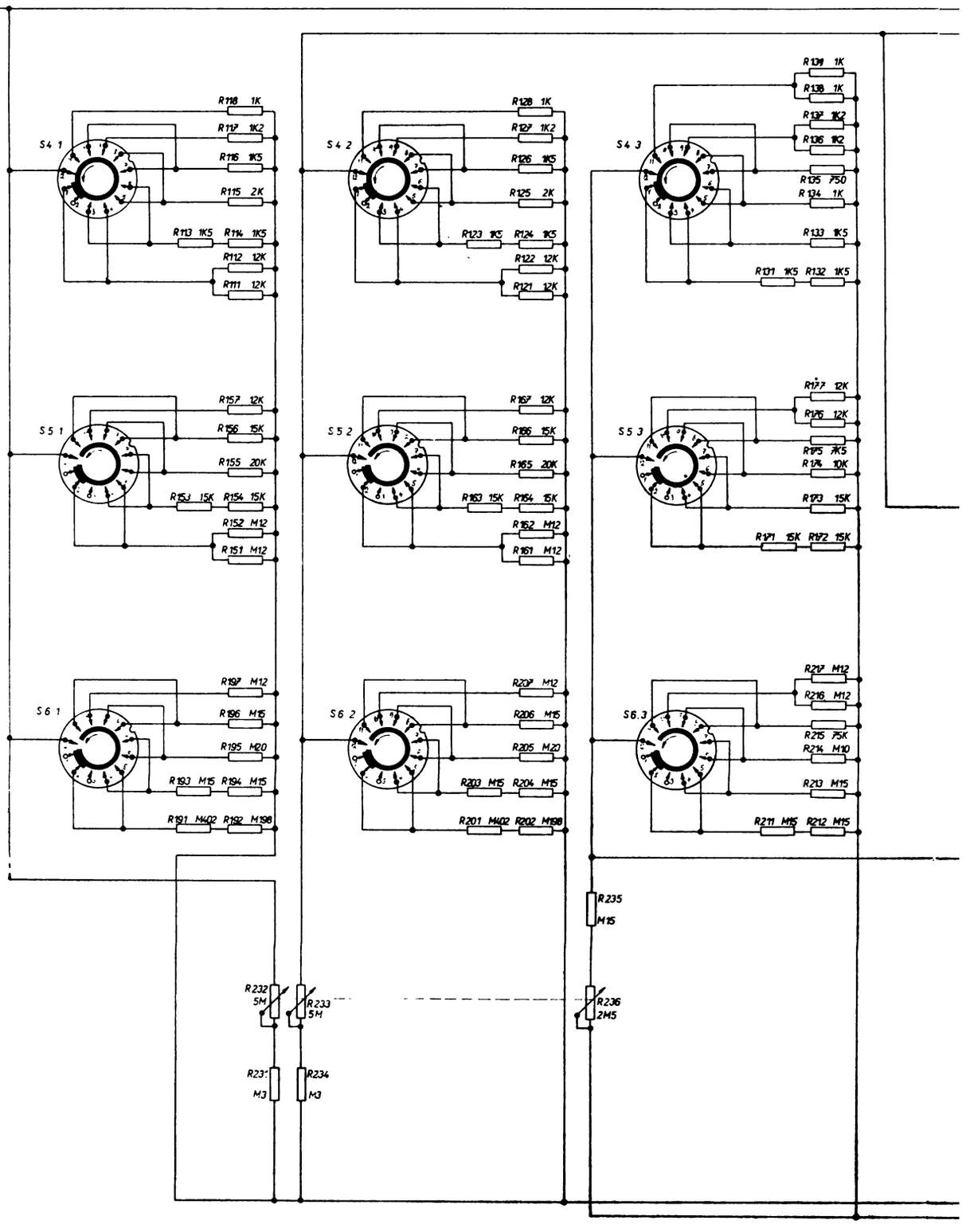
E2, E4

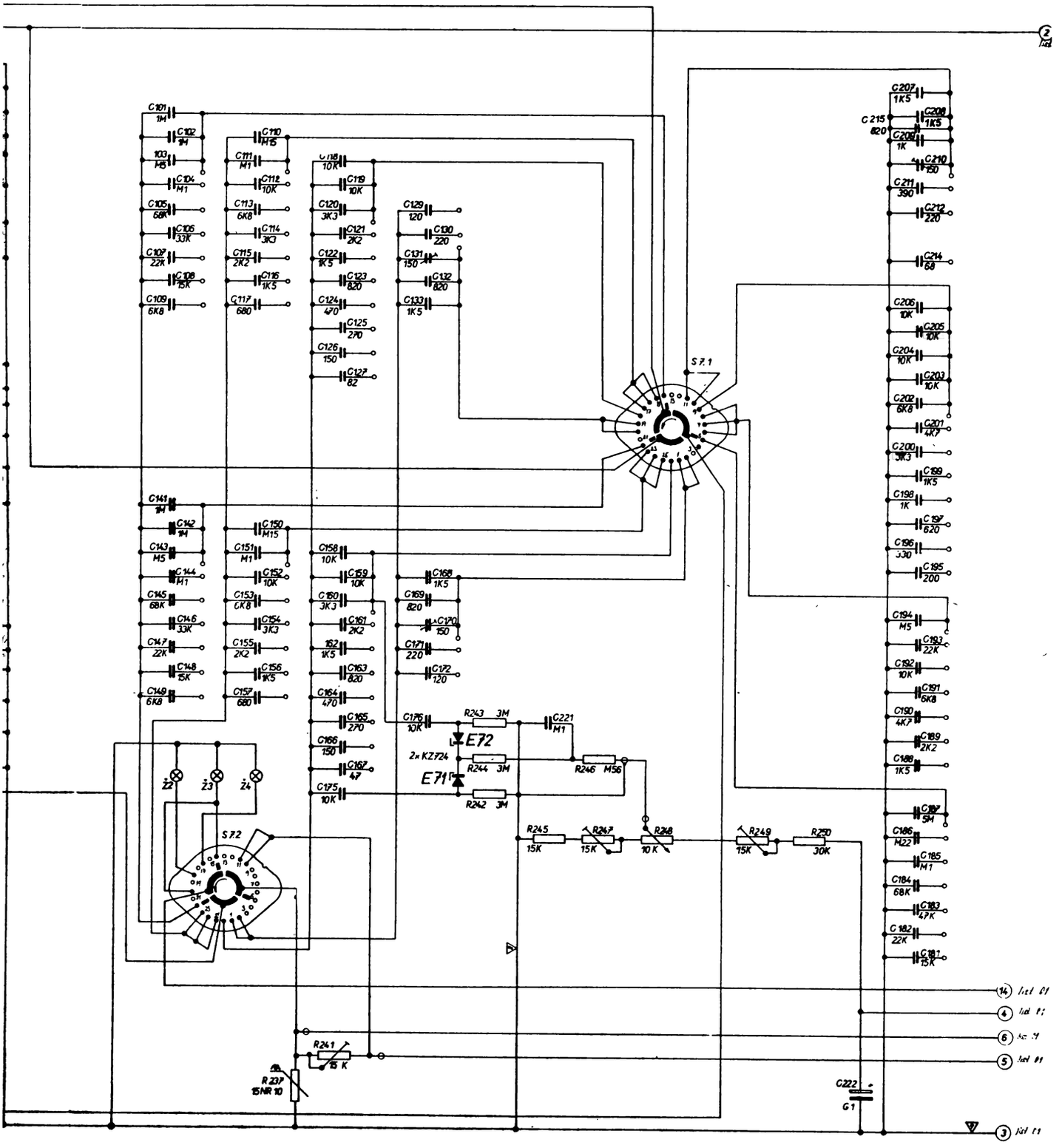


Stabilizátor
Стабилизатор
Stabilizer

1AF 009 26

BM 524/7

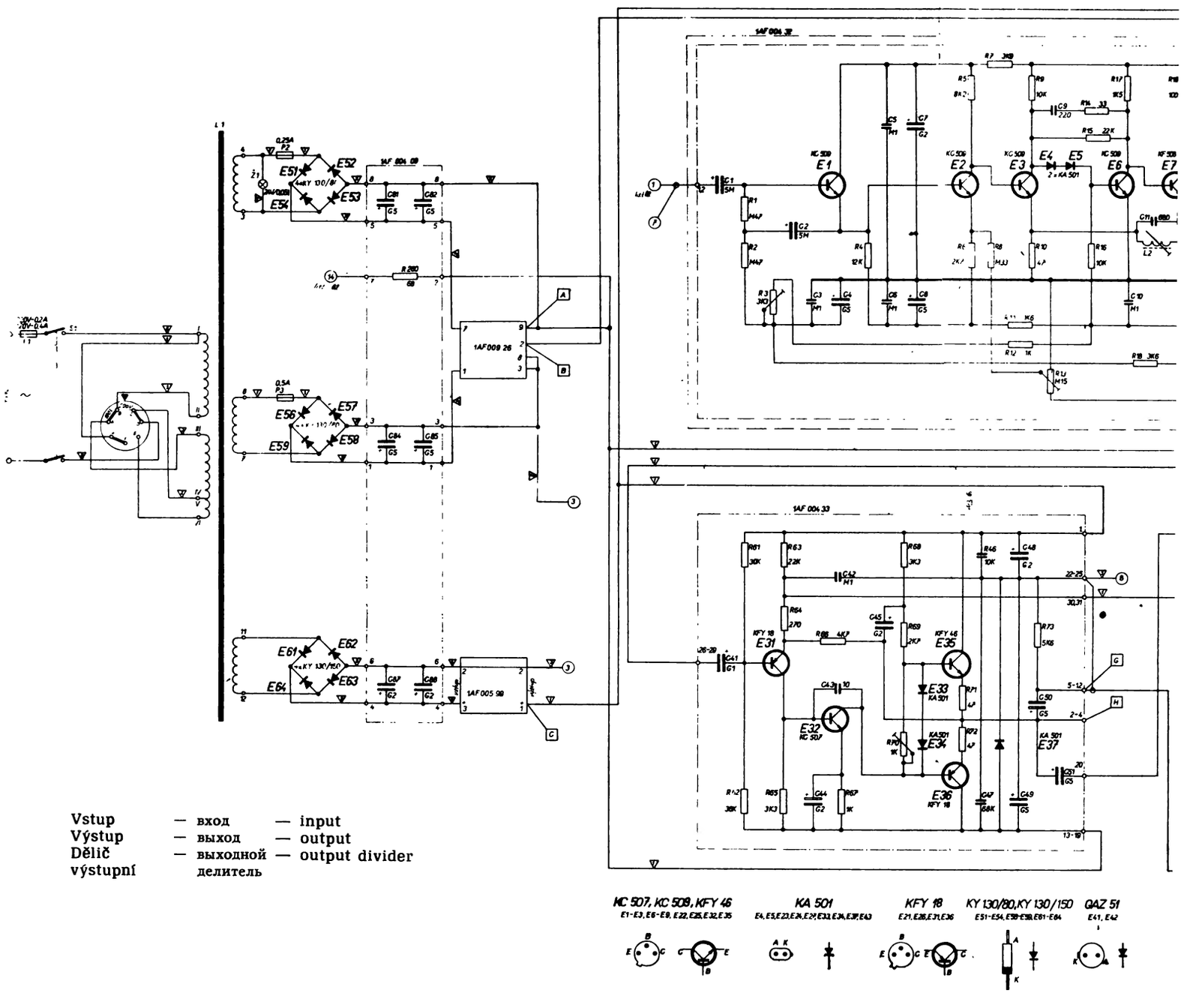

S4 1
R118 1K
R117 1K2
R116 1K5
R115 2K
R113 1K5
R114 1K5
R112 12K
R111 12K
S4 2
R128 1K
R127 1K2
R126 1K5
R125 2K
R123 1K5
R124 1K5
R122 12K
R121 12K
S4 3
R139 1K
R138 1K
R137 1K2
R136 1K2
R135 750
R134 1K
R133 1K5
R131 1K5
R132 1K5
S5 1
R157 12K
R156 15K
R155 20K
R153 15K
R154 15K
R152 M12
R151 M12
S5 2
R167 12K
R166 15K
R165 20K
R163 15K
R164 15K
R162 M12
R161 M12
S5 3
R177 12K
R176 12K
R175 7K5
R174 10K
R173 15K
R171 15K
R172 15K
S6 1
R197 M12
R196 M15
R195 M20
R193 M15
R194 M15
R191 M402
R192 M198
S6 2
R207 M12
R206 M15
R205 M20
R203 M15
R204 M15
R201 M402
R202 M198
S6.3
R217 M12
R216 M12
R215 75K
R214 M10
R213 M15
R211 M15
R212 M15
R235
M15
R232
5M
R233
5M
R236
2M5
R231
M3
R234
M3
KZ 724
E 71, E 72
A
K



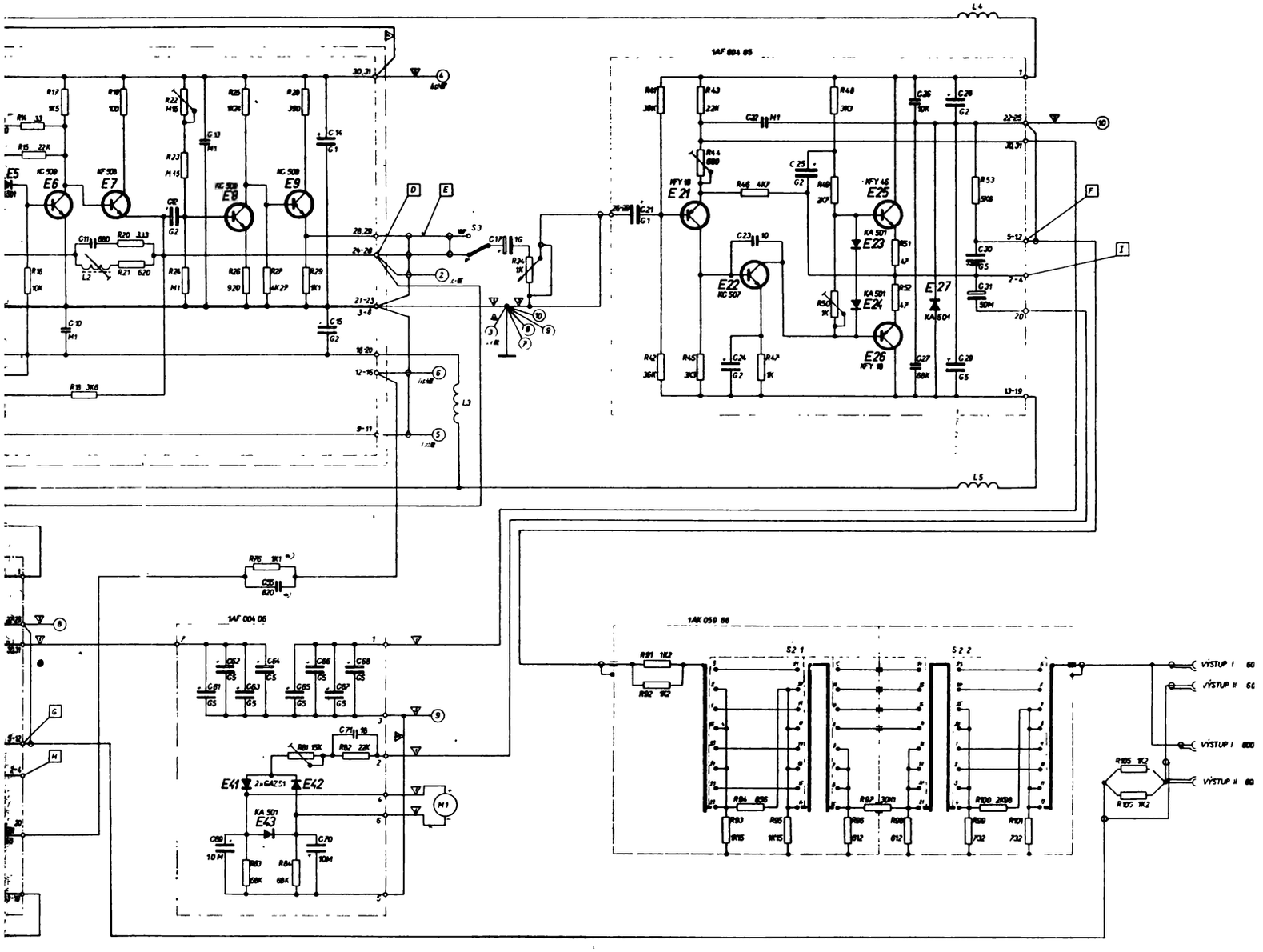
Generátor
Генератор
Generator

1AN 260 42

BM 524/8



Vstup	—	вход	— input
Výstup	—	выход	— output
Dělič výstupní	—	выходной делитель	— output divider



Generátor
Генератор
Generator

1AN 260 4

BM 524

Instrukční knížka

Инструкция по эксплуатации

Instruction Manual

TESLA

GENERÁTOR
ГЕНЕРАТОР
GENERATOR

BM 524

N. p. TESLA Brno vyrábí elektronické měřicí přístroje určené pro laboratorní, dílenské a servisní účely.

— měřiče napětí a proudů
— měřiče hodnot elektrických obvodů

— měřiče času a kmitočtu a čítače

— generátory
— oscilografy
— měřiče parametrů polovodičů

— normály a kalibrační zařízení
— jiné elektronické měřicí přístroje

— spektrometry NMR
— elektronové mikroskopy

Н. п. ТЕСЛА Брно выпускает электронные измерительные приборы в исполнении для лабораторий, производственных цехов и участков технического обслуживания.

— электронные измерители напряжения и тока
— электронные измерители параметров электрических цепей

— электронные измерители времени, частоты и счетчики
— генераторы
— осциллографы
— электронные измерители параметров полупроводников
— стандарты и устройства для калибровки
— остальные электронные измерительные приборы

— спектрометры ЯМР
— электронные микроскопы

TESLA Brno, Nat. Corp., produces electronic measuring instruments designed for laboratory, workshop and service purposes.

— Voltage and current meters
— Electronic meters of circuits and components

— Electronic time and frequency meters and counters
— Generators
— Oscilloscopes

— Parameter and semiconductor meters
— Standards and calibrating devices
— Sundry electronic instruments

— NMR Spectrometers
— Electron microscopes

BM 524

Výrobní číslo:
Заводской номер: .....

ZMĚNOVÝ LIST - GENERÁTOR BM 524 (série 802)

V přístroji byly zrušeny jisticí pojistky, které jsou nahrazeny ochrannými odpory. Z toho vyplývají následující změny:

str. 4
V seznamu dodávaných dílů se ruší 8 ks pojistek a přistupuje:
2 ks odpor TR 212 2R2/K
4 ks odpor TR 212 3R3/K.

2 ks žárovka 24 V/0,05 A se mění na
2 ks žárovka 24 V/0.025 A 1AN 109 71

str. 6
V odstavci "Jištění" se ruší pojistky a přistupují: ochranné odpory R270 až R272.

str. 14
Na zadním panelu přístroje jsou zrušeny pojistky 24, 25, 26.

Změny v obrazové příloze

BM 524/5 - 1AN 290 54
Pojistka P2 nahrazena odporem R270, P3 odporem R271.

BM 524/9 - Pojistka P1 zrušena, P2 nahrazena odporem R270 (TR 212 3J3), P3 nahrazena odporem R271 (TR 212 2J2). Do vývodu č. 11 transformátoru L1 přistupuje ochranný odpor R272 (TR 212 3J3).

Лист изменений - ГЕНЕРАТОР BM 524 (партия 802)

Предохранители в приборе заменяются защитными резисторами.
Из этого вытекают следующие изменения:

стр. 4
В перечне поставляемых частей исключается 8 штук предохранителей и прибавляются:
2 шт. резистор TR 212 2R2/K
4 шт. резистор TR 212 3R3/K

2 шт. лампа накаливания 24 В/0,05 А заменяется
2 шт. лампа накаливания 24 В/0,024 А 1AN 109 71

стр. 6
"Защита" - предохранители исключаются и прибавляются: защитные резисторы R270 - R272.

стр. 14
На задней панели исключаются предохранители 24, 25, 26.

Изменения в приложении

BM 524/5 - 1AN 290 54
Предохранитель P2 заменяется резистором R270, P3 резистором R271.

BM 524/9 - Предохранитель P1 исключается, P2 заменяется резистором R270 (0,125 Вт, 3,3 Ом), P3 заменяется резистором R271 (0,125 Вт, 2,2 Ом). В вывод № 11 трансформатора L 1 прибавляется защитный резистор R272 (0,125 Вт, 3,3 Ом).

ALTERATIONS - GENERATOR BM 524 (series 802)

In this instrument the fuses were replaced by protective resistors. This results in following alterations:

page 4
In the list of supplied parts the 8 pcs. fuses were deleted and the following was added:
2 pcs. resistor TR 212 2R2/K
4 pcs. resistor TR 212 3R3/K.

2 pcs. Lamp 24 V/0.05 A replaced by
2 pcs. Lamp 24 V/0.025 A 1AN 109 71

page 6
In item "Protection" the fuses are deleted and protective resistors R270 to R272 are added.

page 14
On the back panel were deleted the fuses 24, 25 and 26.

Alterations in the Illustration Enclosure

BM 524/5 - 1AN 290 54
Fuse P2 replaced by resistor R270, P3 by resistor R271.

BM 524/9 - Fuse P1 deleted, P2 replaced by resistor R270 (0.125 W; 3.3 Ω), P3 replaced by resistor R271 (0.125 W; 2.2 Ω). To the tap No. 11 of transformer L1 was added the protective resistor R272 (0.125 W; 3.3 Ω).

OBSAH

1. Rozsah použití přístroje . . . 3
2. Sestava úplné dodávky . . . 3
3. Technické údaje 4
4. Princip činnosti přístroje . . 6
5. Pokyny pro vybalení, sestavení a přípravu přístroje k provozu . 9
6. Návod k obsluze a používání přístroje . 10
7. Popis mechanické konstrukce přístroje . 18
8. Podrobný popis zapojení . . 19
9. Pokyny pro údržbu přístroje . 25
10. Pokyny pro opravy 28
11. Pokyny pro dopravu a skladování . 34
12. Údaje o záruce 34
13. Rozpis elektrických součástí . . 35
14. Přílohy

СОДЕРЖАНИЕ

1. Назначение прибора . . . 3
2. Комплектность поставки . . 3
3. Технические данные . . . 4
4. Принцип действия прибора . 6
5. Указания по распаковке, сборке и подготовке прибора к эксплуатации . 9
6. Инструкция по эксплуатации прибора . 10
7. Описание механической конструкции прибора . . . 18
8. Подробное описание схемы . . 19
9. Указания по уходу за прибором 25
10. Указания по ремонту . . 28
11. Указания по транспортировке и хранению 34
12. Условия гарантии 34
13. Спецификация электрических деталей . 35
14. Приложения

CONTENTS

1. Scope of application of the instrument 3
2. Contents of a complete consignment . 3
3. Technical data 4
4. Principle of the instrument operation 6
5. Instructions for unpacking the instrument, its assembly and preparations for use 9
6. Instructions for manipulation and use of the instrument 10
7. Description of the mechanical design of the instrument 18
8. Detailed description of the circuitry . 19
9. Instructions for maintenance of the instrument 25
10. Instructions for repairs 28
11. Instructions for transport and storage 34
12. Guarantee 34
13. List of electrical components . 35
14. Enclosures

Vzhledem k rychlému vývoji světové elektroniky mění se obvody a přistupují a zlepšují se součásti našich přístrojů.

Někdy vinou tisku a požadavků expedice se nám nepodaří zanést tyto změny do tištěných příruček.

Změny se proto v případě potřeby uvádějí na zvláštním listě.

Ввиду быстрого темпа развития мировой электроники изменяются схемы, появляются новые и совершенствуются детали наших приборов.

Иногда по вине печати или требований экспедиции не удается внести эти изменения в напечатанные пособия.

В таких случаях они приводятся на отдельном листе.

Owing to the rapid development of electronics in the world, the circuits of our instruments are altered and components of new types or improved design are employed.
Sometimes, due to printing terms or the requirement of speedy shipping, it is impossible to include a description of such alterations in the appropriate printed manual.
Therefore, if necessary, such alterations are given in a loose leaf.

1. ROZSAH POUŽITÍ PŘÍSTROJE

Generátor je tranzistorový zdroj sínusového napětí o přesném a velmi stabilním kmitočtu v rozsahu 10 Hz až 110 kHz a s malým zkreslením řádově setin procent. Přístroj je určen pro univerzální použití v nízkofrekvenční měřicí technice a plně vyhoví pro všechna laboratorní měření. Generátor je opatřen dvěma nezávislými výstupy, které mohou dodávat do měřeného objektu dvě napětí s fázovým rozdílem 0° nebo 180°. Tím se použitelnost generátoru rozšiřuje o různá fázová měření, proměřování symetrických zesilovačů a obvodů apod.

Vysoká stabilita, přesnost a nastavitelnost kmitočtu umožňuje použití generátoru jako zdroje standardního kmitočtu v nf oblasti pro speciální přesná měření a pro měření přenosových vlastností čtyřpólů se strmou amplitudovou charakteristikou. Velmi malé nelineární zkreslení výstupního napětí dovoluje použití generátoru jako zdroje kmitočtu pro měření zkreslení zesilovačů. Nízký teplotní koeficient změny kmitočtu a vhodné obvodové uspořádání generátoru zaručují uvedené parametry v širokém rozmezí pracovních teplot.

Mechanická i elektrická koncepce generátoru umožňuje tento přístroj použít jako součást větších laboratorních a fyzikálních přístrojů, např. přístrojů jaderné magnetické rezonance.

2. SESTAVA ÚPLNÉ DODÁVKY

2.1. Seznam všech dodávaných dílů

1 ks	Generátor	BM 524
1 ks	Zátěž průchozí 600 Ω	1AK 057 37

1. НАЗНАЧЕНИЕ ПРИБОРА

Генератор ВМ 524 — это транзисторный источник синусоидального напряжения точной и очень стабильной частоты в диапазоне 10 Гц - 110 кГц с малым коэффициентом нелинейных искажений, составляющим прибл. сотые доли процента. Прибор предназначен для общего использования в низкочастотной измерительной технике и полностью удовлетворяет требованиям, предъявляемым ко всем лабораторным измерениям. Генератор оснащен двумя независимыми выходами, которые могут отдавать в измеряемый объект два напряжения с разностью фаз 0° или 180°. В результате этого генератор может быть использован и для различных фазовых измерений, измерения симметричных усилителей и цепей и т. д. Высокая устойчивость, точность частоты позволяют использовать генератор в качестве источника стандартной частоты в области НЧ для специальных точных измерений и для измерения передаточных параметров четырехполюсников, обладающих крутой частотной характеристикой. Очень малое значение коэффициента нелинейных искажений выходного напряжения позволяет использовать генератор в качестве источника сигнала при измерении нелинейных искажений усилителей. Малый температурный коэффициент ухода частоты и целесообразное схемное решение генератора способствуют тому, что указанные параметры выдерживаются в широком диапазоне рабочей температуры.
Механическая и электрическая концепция генератора позволяет использовать этот прибор в качестве составной части более крупных лабораторных и физических установок, например, приборов ядерного магнитного резонанса.

2. КОМПЛЕКТНОСТЬ ПОСТАВКИ

2.1. Перечень всех поставляемых частей

1 шт.	генератор	ВМ 524
1 шт.	нагрузка проходная 600 Ом	1АК 057 37

1. SCOPE OF APPLICATION OF THE INSTRUMENT

The TESLA BM 524 generator is a transistorized supply of sinusoidal voltage of precise and very stable frequency controllable within the range 10 Hz to 110 kHz, and with very low waveform distortion of the order of hundredths of one percent. This instrument is intended for universal use in AF measuring technique and fully meets all requirements in laboratory applications. The generator has two mutually independent outputs which can supply two voltages of 0° or 180° phase difference into the measured object. Consequently, the generator is suitable for use in various phase measurements and for testing symmetrical amplifiers and circuits, etc.
The high stability, precision and controllability of the produced frequency render the generator applicable as a supply of standard frequencies within the AF range for the extremely accurate measurement of the transfer properties of quadripoles with steep amplitude characteristics. Owing to the very low non-linear distortion of the output voltage, the generator can serve as a frequency supply in the measurement of the distortion of amplifiers. The low temperature dependence of the produced frequency and the use of special circuits in the generator ensure optimum parameters within a wide ambient temperature range.

The ingenious mechanical and electrical conceptions of the generator make it suitable for use in extensive laboratory and physical instrument setups, such as those for nuclear magnetic resonance investigations.

2. CONTENTS OF A COMPLETE CONSIGNMENT

2.1. List of supplied parts

1 pc.	Generator BM 524	
1 pc.	Load 600 Ω, open-circuit	1AK 057 37

1 ks	Svorka dvojitá	1AK 484 15
2 ks	Vidlice	1AF 895 57
2 ks	Kabel	1AK 641 94
1 ks	Síťová šňůra	1AK 643 53
2 ks	Pojistka	500 mA/250 V - T - 35 A
2 ks	Pojistka	400 mA/250 V - T - 35 A
2 ks	Pojistka	250 mA/250 V - T - 35 A
2 ks	Pojistka	200 mA/250 V - T - 35 A
2 ks	Žárovka	24 V/0,05 A
2 ks	Žárovka	1AN 109 62
1 ks	Instrukční knížka	
1 ks	Balicí list	
1 ks	Záruční list	

1 шт.	двойной зажим	1AK 484 15
2 шт.	штепсель	1AF 895 57
2 шт.	кабель	1AK 641 94
1 шт.	сетевой шнур	1AK 643 53
2 шт.	предохранитель	500 мА/250 В - T - 35 A
2 шт.	предохранитель	400 мА/250 В - T - 35 A
2 шт.	предохранитель	250 мА/250 В - T - 35 A
2 шт.	предохранитель	200 мА/250 В - T - 35 A
2 шт.	лампа накаливания	24 В/0,05 A
2 шт.	лампа накаливания	1AN 109 62
1 шт.	инструкция	
1 шт.	упаковочный лист	
1 шт.	гарантийное свидетельство	

1 pc.	Twin terminal	1AK 484 15
2 pcs.	Plug	1AF 895 57
2 pcs.	Cable	1AK 641 94
1 pc.	Mains cord	1AK 643 53
2 pcs.	Fuse	500 mA/250 V - T - 35 A
2 pcs.	Fuse	400 mA/250 V - T - 35 A
2 pcs.	Fuse	250 mA/250 V - T - 35 A
2 pcs.	Fuse	200 mA/250 V - T - 35 A
2 pcs.	Lamp	24 V/0.05 A
2 pcs.	Lamp	1AN 109 62
1 pc.	Instructions Manual	
1 pc.	Packing Card	
1 pc.	Guarantee Certificate	

2.2. Náhradní díly (na zvláštní objednávku)

Usměrňovač	1AN 290 54
Stabilizovaný zdroj	1AF 009 26
Stabilizovaný zdroj +42 V	1AF 005 99
Měřidlo	1AP 777 46
Řadič S7	1AN 558 30
Přepínač S4	1AK 534 95
Přepínač S5, S6	1AK 536 34
Výstupní dělič	1AK 059 66

2.2. Запасные части (по особенному заказу)

Выпрямитель	1AN 290 54
Стабилизированный источник	1AF 009 26
Стабилизированный источник +42 В	1AF 005 99
Измерительное устройство	1AP 777 46
Переключатель S7	1AN 558 30
Переключатель S4	1AK 534 95
Переключатель S5, S6	1AK 536 34
Выходной делитель	1AK 059 66

2.2. Spare parts (available on special order)

Rectifier	1AN 290 54
Stabilized supply	1AF 009 26
Stabilized supply +42 V	1AF 005 99
Meter	1AP 777 46
Selector S7	1AN 558 30
Switch S4	1AK 534 95
Switches S5, S6	1AK 536 34
Output divider	1AK 059 66

3. TECHNICKÉ ÚDAJE

Kmitočtový rozsah: 10 Hz ÷ 110 kHz ve 4 rozsazích

Nastavitelnost kmitočtu: skokově na 3 dekadická místa
plynule na všech rozsazích s rozlišením $1 . 10^{-4}$
plynule na rozsahu 1 ÷ 10 kHz
s rozlišením $1 . 10^{-5}$

Chyba kmitočtu: ±0,5% ±0,02 Hz při +23 °C v poloze KAL

Stabilita kmitočtu: změna kmitočtu s teplotou
TK < $\pm 7 . 10^{-5}$/°C;
drift < $1 . 10^{-5}$/5 min. po 30 minutách provozu
drift < $5 . 10^{-6}$/5 min. po 1 hodině provozu

3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Диапазон частот: 10 Гц - 110 кГц разбит на 4 поддиапазона

Установка частоты: по скачкам — 3 десятичных разряда
плавно на всех пределах с точностью $1 . 10^{-4}$;
на пределе 1 - 10 кГц с точностью $1 . 10^{-5}$

Погрешность частоты: ±0,5% ±0,02 Гц при +23 °C в положении КАЛ.

Стабильность частоты: уход частоты в зависимости от температуры: ТК менее $\pm 7 . 10^{-5}$/°C
дрейф менее $1 . 10^{-5}$/5 мин после 30 мин работы
дрейф менее $5 . 10^{-6}$/5 мин после 1 часа работы

3. TECHNICAL DATA

Frequency range: 10 Hz to 110 kHz, in 4 partial ranges

Frequency setting: In steps: In three decadic places

Continuously: With $1 . 10^{-4}$ resolution within all the ranges;
with $1 . 10^{-5}$ resolution within the range 1 to 10 kHz

Frequency error: ±0.5% ±0.02 Hz at +23 °C in the position "CAL."

Frequency stability: Temperature dependence of the frequency: < $\pm 7 . 10^{-5}$/°C
Drift: < $1 . 10^{-5}$/5 minutes after 30 minutes of operation;
< $5 . 10^{-6}$/5 minutes after 1 hour of operation

Kmitočtová charakteristika výstupního napětí: lepší než ±0,3 dB (±3%) pro oba výstupy

Výstupy: výstup I — signálový (fáze 0° nebo 180°) — regulovatelný
výstup II — referenční (fáze 0°) — neregulovatelný

Výstupní impedance: 600 Ω pro oba výstupy
Výstupní napětí: výstup I
— min. 3,16 V na zátěži 600 Ω
— min. 6,32 V naprázdno
výstup II
— min. 5 V na zátěži 600 Ω
— min. 10 V naprázdno
Zkreslení při max. výstupním napětí (včetně pozadí): <0,15% pro 10 Hz ÷ 20 Hz
< 0,10% pro 20 Hz ÷ 110 kHz. Pro oba výstupy.

Výstupní dělič pro výstup I: 70 dB po 10 dB stupních, chyba menší než ±0,3 dB/stupeň

Měřidlo výstupní úrovně: chyba voltmetru ±3% z plné výchylky v celém kmitočtovém rozsahu, údaj voltmetru platí při zatížení jmenovitou impedancí

Pracovní podmínky

Pracovní teplota okolí: +5 °C až +40 °C

Relativní vlhkost: 40% až 80%
Tlak vzduchu: 86 000 N/m² až 106 000 N/m²
Napájecí napětí: 220 V/120 V ±10%
Napájecí kmitočet: 50 Hz
Druh napájecího proudu: střídavý-sínusový, zkreslení menší než 5%
Příkon: 15 VA
Vliv změny síťového napětí ±10%: nemá vliv na parametry
Vnější elektrické pole: zanedbatelně malé

Частотная характеристика выходного напряжения: неравномерность менее ±0,3 дБ (±3%) для обоих выходов
Выходы: выход I — сигнальный (фаза 0° или 180°), регулируемый
выход II — сравнения (фаза 0°) нерегулируемый

Выходное сопротивление: 600 Ом оба выхода
Выходное напряжение: выход I — мин. 3,16 В на нагрузке 600 Ом, мин. 6,32 В при холостом ходе
выход II — мин. 5 В на нагрузке 600 Ом, мин. 10 В при холостом ходе

Коэффициент нелинейных искажений при максимальном выходном напряжении (включая фон): менее 0,15% в диапазоне 10 Гц - 20 Гц
менее 0,10% в диапазоне 20 Гц - 110 кГц, для обоих выходов
Выходной делитель для выхода I: 70 дБ по ступеням 10 дБ, погрешность менее ±0,3 дБ/ /ступень
Измеритель выходного уровня: погрешность вольтметра ±3% полного отклонения стрелки во всем диапазоне частот,
данные вольтметра действительны для нагрузки на номинальное сопротивление

Условия эксплуатации

Рабочая температура окружающего воздуха: +5 °C ÷ +40 °C
Относительная влажность воздуха 40% - 80%
Давление воздуха: 86 000 Н/м² - 106 000 Н/м²
Напряжение питания: 220 В/120 В ±10%
Частота напряжения питания: 50 Гц
Вид питающего тока: переменный синусоидальный к. н. и. менее 5%
Потребляемая мощность: 15 ВА
Изменение напряжения сети в пределах ±10%: не влияет на параметры
Внешнее электрическое поле: пренебрежимо мало

Frequency response of the output voltage (both outputs): Better than ±0.3 dB (±3%)

Outputs: Output I — Signal output (phase 0° or 180°), controllable
Output II — Reference output (phase 0°), fixed

Output impedance: 600 Ω (both outputs)
Output voltages: Output I
— Min. 3.16 V across a 600 Ω load
— Min. 6.32 V at no load
Output II
— Min. 5 V across a 600 Ω load
— Min. 10 V at no load
Distortion at max. output voltage (including background): < 0.15% within the range 10 Hz to 20 Hz;

< 0.10% within the range 20 Hz to 110 kHz (both outputs)
Output attenuator for output I: 70 dB, in 10 dB steps; error less than ±0.3 dB/step

Meter of the output level: Error of the meter: ±3% of the full-scale deflection over the whole frequency range. The voltmeter indicates correctly when the rated load impedance is applied.

Operating conditions

Ambient temperature range: +5 °C to +40 °C
Relative humidity range: 40% to 80%
Atmospheric pressure range: 86 000 N/m² to 106 000 N/m²
Powering voltage: 220 V or 120 V ±10%
Powering frequency: 50 Hz
Powering current: Sinusoidal AC, distortion less than 5%
Power consumption: 15 VA
Influence of ±10% mains voltage variations: Does not affect the parameters
External electrical field: Negligibly small

Vnější magnetické pole: zanedbatelně malé
Poloha přístroje: vodorovná nebo nakloněná

Jištění: pojistka:
P1 — síťová 200 mA/250 V - T - 35 A pro 220 V
400 mA/250 V - T - 35 A pro 120 V
P2 — 250 mA/250 V - T - 35 A
P3 — 500 mA/250 V - T - 35 A
Osazení: 19 tranzistorů, 24 diod, 4 Zenerovy diody, 3 integrované obvody

Bezpečnostní třída: I podle ČSN 35 6501

Rozměry a hmotnost

Nezabalený přístroj: šířka 472 mm, výška 160 mm, hloubka 403 mm, hmotnost 13,5 kg
Zabalený přístroj: šířka 720 mm, výška 450 mm, hloubka 600 mm, hmotnost 25 kg
Podmínky pro dopravu a skladování jsou uvedeny v kapitole 11.

4. PRINCIP ČINNOSTI PŘÍSTROJE

Generátor BM 524 je RC generátor klasického typu, tj. zesilovač se dvěma smyčkami zpětné vazby (obr. 1).

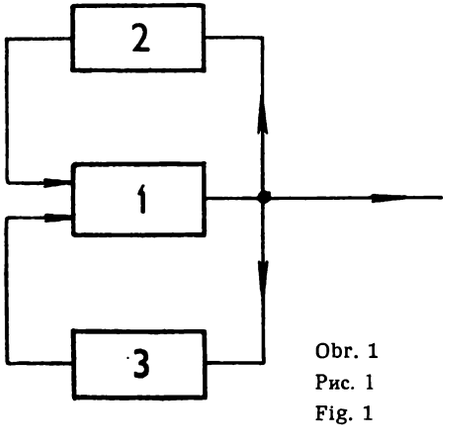
Внешнее магнитное поле: пренебрежимо мало
Положение прибора: горизонтальное или наклонное
Защита: предохранитель P1 — сетевой 200 мА/250 В - Т - 35 А для 220 В
400 мА/250 В - Т - 35 А для 120 В
P2 — 250 мА/250 В - Т - 35 А
P3 — 500 мА/250 В - Т - 35 А
Рабочий комплект полупроводниковых приборов: 19 транзисторов, 24 диодов, 4 стабилитроны, 3 интегральные схемы
Класс безопасности: I по предписаниям МЭК

Размеры и вес

Неупакованный прибор: ширина 472 мм, высота 160 мм, глубина 403 мм, вес 13,5 кг
Упакованный прибор: ширина 720 мм, высота 450 мм, глубина 600 мм, вес 25 кг
Условия транспортировки и хранения приведены в главе 11.

4. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ПРИБОРА

Генератор BM 524 — это реостатно-емкостной генератор классического типа, т. е. усилитель с двумя цепями обратной связи.



Obr. 1
Рис. 1
Fig. 1

1 — zesilovač A
2 — vazba β_1
3 — vazba β_2

1 — Усилитель А
2 — связь β_1
3 — связь β_2

External magnetic field: Negligibly small
Working position of the generator: Horizontal or tilted
Protection: By fuses:
P1 — mains 200 mA/250 V - T - 35 A for 220 V
400 mA/250 V - T - 35 A for 120 V
P2 — 250 mA/250 V - T - 35 A
P3 — 500 mA/250 V - T - 35 A
Complement: 19 transistors, 24 diodes, 4 Zener diodes, 3 Integrated circuits

Intrinsic safety: Class I, according to IEC recommendations

Dimensions and weights

Generator, unpacked: Width 472 mm, Height 160 mm, Depth 403 mm, Weight 13.5 kg
Generator, packed: Width 720 mm, Height 450 mm, Depth 600 mm, Weight 25 kg
The conditions for transport and storage are in section 11.

4. PRINCIPLE OF THE INSTRUMENT OPERATION

The TESLA BM 524 generator is basically an RC generator of classical design, i. e. an amplifier with two feedback loops (Fig. 1).

1 — Amplifier A
2 — Feedback β_1
3 — Feedback β_2

Zpětná vazba s přenosem β_1 je kladná, vazba s přenosem β_2 je záporná, zesilovač má zesílení A. Pak platí pro zesílení zesilovače s vazbami:

$$A' = \frac{A}{1 - (\beta_1 - \beta_2) \cdot A}$$

Celé zapojení osciluje na kmitočtu, pro který platí

$$(\beta_1 - \beta_2) \cdot A = 1$$

Pro oscilace na jediném kmitočtu je záporná zpětná vazba β_2 kmitočtově závislá a je tvořena RC článkem typu dvojité T. Pro udržení optimálních pracovních podmínek a konstantního nezkresleného výstupního napětí je druhá kladná vazba β_1 amplitudově závislá a v popisovaném generátoru je tvořena děličem z odporu a termistoru.

Skutečné blokové zapojení včetně doplňkových obvodů je znázorněno na obr. 2.

Základem celého generátoru je stejnosměrně vázaný budicí zesilovač se dvěma vstupy a jedním výstupem. Do vstupu pro zápornou vazbu je přiveden signál z RC článku typu dvojité T, buzeného z výstupu budicího zesilovače. Prvky RC článku jsou proměnné, a tím je umožněna změna kmitočtu generátoru. Do druhého vstupu budicího zesilovače pro kladnou vazbu je přiveden signál z výstupu výkonového zesilovače II přes napěťově závislý dělič z odporu R a perličkového termistoru R_t. Účelem výkonového zesilovače II je zesílit výstupní napětí budicího zesilovače na požadovanou napěťovou úroveň potřebnou pro referenční výstup II a pro výkonové buzení napěťově závislého děliče.

Обратная связь с коэффициентом передачи β_1 является положительной, связь с коэффициентом передачи β_2 является отрицательной, усилитель обладает коэффициентом усиления A. Коэффициент усиления усилителя при наличии обратных связей определяется по формуле:

$$A' = \frac{A}{1 - (\beta_1 - \beta_2) \cdot A}$$

Вся схема возбуждается на частоте, при которой имеет место равенство:

$$(\beta_1 - \beta_2) \cdot A = 1$$

Для обеспечения колебаний единой частоты цепь обратной связи β_2 является зависящей от частоты и образована цепочкой RC типа двойное T. Для поддерживания оптимального режима работы и постоянного неискаженного выходного напряжения вторая положительная связь β_1 является зависящей от амплитуды. Цепь обратной связи описываемого генератора образована делителем, состоящим из сопротивления и термистора. Действительная блок-схема с учетом всех дополнительных цепей показана на рис. 2.
Основной частью всего генератора является усилитель возбуждения со связью по постоянному току, который имеет два входа и один выход. На вход сигнала отрицательной обратной связи подается сигнал от цепочки RC типа двойное T, которая возбуждается выходным сигналом усилителя возбуждения. Элементы цепи RC являются переменными, чем обеспечивается изменение частоты генератора. На второй вход усилителя возбуждения, предназначенный для сигнала положительной обратной связи, подается сигнал с выхода усилителя мощности II через делитель, собранный на сопротивлении R и миниатюрный термистор R_t, коэффициент деления которого зависит от напряжения. Усилитель мощности II предназначен для усиления выходного напряжения усилителя возбуждения до уровня, необходимого для выхода сравнения II и для передачи необходимой мощности на вход делителя зависящего от напряжения.

The feedback of β_1 transfer function is positive, the feedback of β_2 transfer function is inverse, and the gain of the amplifier is A. Consequently the amplification of the amplifier with the two feedbacks employed is:

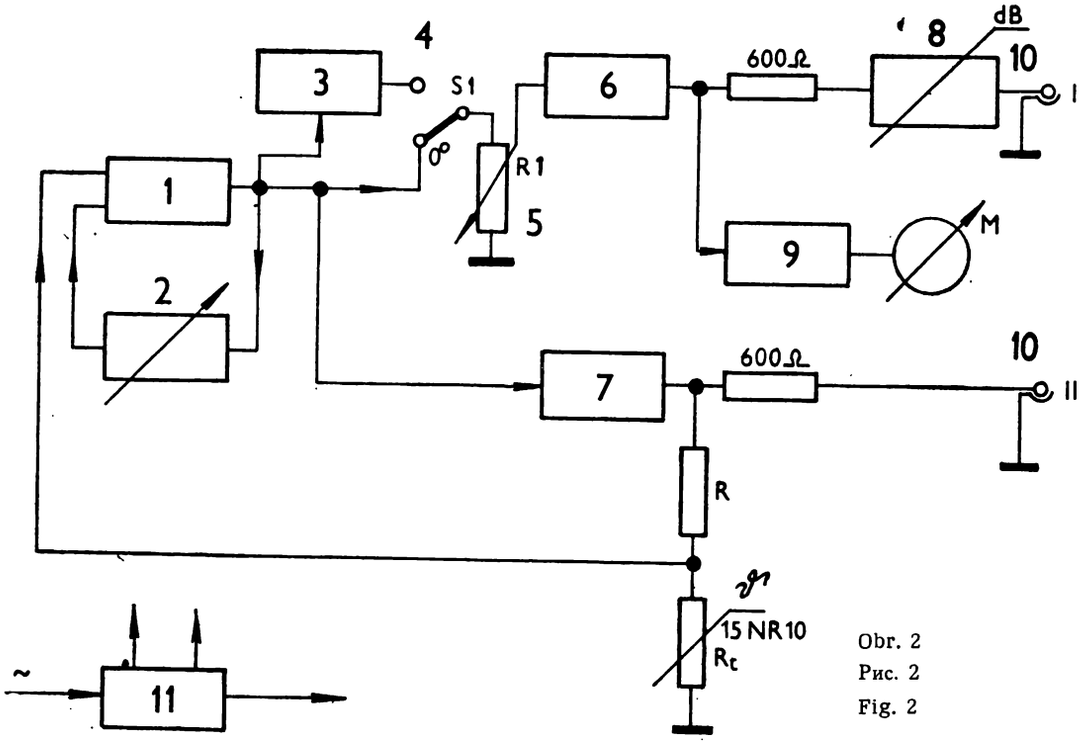
$$A' = \frac{A}{1 - (\beta_1 - \beta_2) \cdot A}$$

and the circuitry oscillates at a frequency which meets the condition:

$$(\beta_1 - \beta_2) \cdot A = 1$$

In order to obtain oscillations of a single frequency, the inverse feedback β_2 is frequency-dependent and is formed by an RC network of the twin-T type. So as to maintain optimum working conditions and constant undistorted output voltage, the positive feedback β_1 is amplitude-dependent and is formed by a divider consisting of a resistor and a thermistor.
The block schematic diagram of the generator, including the ancillary circuits, is shown in Fig. 2.

The basic of the generator is a DC-coupled driving amplifier which has two inputs and one output. The signal arriving from the RC network, which is of the twin-T type and is driven by the driving amplifier, is applied to the input for the inverse feedback. The components of the RC network are controllable in order to enable the selection of the generated frequency. The signal from the power amplifier II is applied to the input for the positive feedback via a voltage-dependent divider, which is formed by a resistor R and a beat thermistor R_t. The purpose of the power amplifier II is to boost the output voltage of the driving amplifier to the voltage level required for the reference output II and for driving the voltage dependent divider.



Obr. 2
Рис. 2
Fig. 2

1 — budicí zesilovač
2 — RC článek dvojité T
3 — invertor A = —1
4 — fáze 180°
5 — výstup jemně
6 — výkonový zesilovač I
7 — výkonový zesilovač II
8 — dělič výstupního napětí
9 — detektor
10 — výstup
11 — zdroje

1 — усилитель возбуждения
2 — цепочка RC типа двойное T
3 — инвертор A = —1
4 — фаза 180°
5 — выход плавно
6 — усилитель мощности I
7 — усилитель мощности II
8 — выход грубо
9 — детектор
10 — выход
11 — источники питания

1 — Driving amplifier
2 — Twin-T type RC network
3 — Inverter, A = —1
4 — Phase 180°
5 — Output control — fine
6 — Power amplifier I
7 — Power amplifier II
8 — Divider of the output voltage
9 — Detector
10 — Output
11 — Supplies

Na výstup budicího zesilovače je připojen rovněž přesný invertor, který otáčí frekvenčně nezávisle fázi napětí budicího zesilovače o 180° v celém kmitočtovém rozsahu generátoru.

Přepnutím přepínače fáze S1 lze tedy přivádět na vstup výkonového zesilovače I přes potenciometr

К выходу усилителя возбуждения подключен также точный инвертор, который сдвигает независимо от частоты фазу напряжения усилителя возбуждения на 180° в пределах всего диапазона частот генератора.
Следовательно, путем переключения переключателя фазы S1 можно на вход усилителя мощнос-

Also a frequency-dependent precision inverter, which rotates the phase of the voltage of the driving amplifier through 180° within the whole frequency range of the generator, is connected to the output of the driving amplifier. Consequently, by suitably setting the phase switch S1, the output voltage of the driving amplifier can be applied to

jemné regulace napětí R1 napětí v výstupu budicího zesilovače s fází shodnou nebo opačnou vzhledem k fázi výstupu II. Oba výkonové zesilovače jsou shodně zapojené a nenatáčejí fázi vstupního napětí. Výstupní impedance těchto zesilovačů je zanedbatelně malá a požadovaná výstupní impedance generátoru 600 Ω je tvořena vnějšími odpory.

Signálový výstup I je ještě doplněn hrubým děličem výstupního napětí tvořeným třemi útlomovými články typu π a obvodem voltmetru, který sestává z detektoru a vlastního měřidla M.

Všechny zesilovače generátoru jsou napájeny ze tří stabilizovaných zdrojů, čímž je úplně vyloučen vliv změny síťového napětí na parametry generátoru.

5. POKYNY PRO VYBALENÍ, SESTAVENÍ A PŘÍPRAVU PŘÍSTROJE K PROVOZU

5.1. Příprava přístroje pro provoz

Přístroj je po vybalení schopen okamžitě pracovat. V případě, že byl skladován v mínusových teplotách a bude používán v teplotách nad rosným bodem, nutno ponechat přístroj aklimatizovat.

5.2. Umístění přístroje

Generátor může pracovat v libovolné poloze, přičemž parametry uvedené v kapitole „Technické údaje" (3) jsou zaručovány v plném rozsahu pro polohu vodorovnou nebo pouze s malou odchylkou od vodorovné roviny (při použití předních vyklápěcích podpěr). V jiných polohách může přístroj rovněž bez závad pracovat libovolnou dobu,

ти I подавать через потенциометр точной установки напряжения R1 напряжение с выхода усилителя возбуждения, фаза которого соответствует или является обратной по отношению к фазе сигнала на выходе II. Оба усилителя мощности имеют одинаковую схему и не сдвигают фазу входного напряжения. Выходное сопротивление этих усилителей пренебрежимо мало и требуемое выходное сопротивление генератора 600 Ом обеспечивается внешними сопротивлениями.
Выход сигнала I, кроме того, дополнен грубым делителем выходного напряжения, образованным тремя аттенюаторами π-образной схемы и схемой вольтметра, состоящей из детектора и собственно прибора M.
Все усилители генератора питаются от трех стабилизированных источников, в результате чего полностью исключается влияние непостоянства напряжения сети на параметры генратора.

5. УКАЗАНИЯ ПО РАСПАКОВКЕ, СБОРКЕ И ПОДГОТОВКЕ ПРИБОРА К ЭКСПЛУАТАЦИИ

5.1. Подготовка прибора к эксплуатации

После распаковки прибор готов для немедленной эксплуатации. В том случае, если он хранился при температурах ниже нуля и будет использоваться при температуре выше температуры образования росы, то его следует оставить для акклиматизации.

5.2. Расположение прибора

Генератор может работать в любом положении, причем параметры, указанные в разделе »Технические данные« (3) выполняются в полном объеме в горизонтальном положении прибора или в положении мало отличающемся от горизонтального (при использовании передних откидных ножек). В других положениях прибор может работать без отказа любое время. Только точность

the input of the power amplifier I, via the potentiometer R1 for fine voltage control, either with equal or opposite phase with regard to that on the signal output II. The two power amplifiers are of the same design and do not cause phase shift of the input voltage. The output impedance of these amplifiers is very low; the required output impedance of 600 Ω of the whole generator must be formed by an external load. The signal output I is supplemented by a step divider of the output divider formed by three attenuator pads of the π type and the voltmeter circuit composed of a detector and a meter M.

All the amplifiers of the generator are powered by three stabilized supplies; thus, the influence of mains voltage variations on the properties of the generator is fully precluded.

5. INSTRUCTIONS FOR UNPACKING THE INSTRUMENT, ITS ASSEMBLY AND PREPARATIONS FOR USE

5.1. Preparations of the instrument for operation

After being unpacked, the generator is ready for use; if it has been stored at ambient conditions below zero and has to operate under conditions above dew point, then it must be acclimatized before being actually set in operation.

5.2. Positioning of the instrument

The generator is capable of operating in any position; however, the rated parameters given in section 3 — "Technical data" — can be ensured only when the generator is positioned horizontally or only slightly tilted (by using the adjustable supports). The generator operates satisfactorily also in other positions for any length of time, except

pouze přesnost zabudovaného voltmetru se zhorší (systém měřidla je vyvážen pouze pro vodorovnou polohu přístroje).

5.3. Připojení přístroje na síťové napětí

Před připojením přístroje na síťové napětí kontrolovat nastavení síťového napětí na voliči vzhledem k použitému napětí. Kotouček síťového voliče (na zadním panelu) je aretován šroubkem. V případě potřeby tento šroubek uvolnit, kotouček povytáhnout, nastavit polohu voliče podle požadovaného napětí pootočením pod trojúhelníkovou značku a kotouček opět zajistit. (Z výrobního závodu je přístroj nastaven na síťové napětí 220 V.) Dále kontrolovat správnou hodnotu síťové pojistky P1 pro zvolené napětí. Hodnoty pojistek jsou uvedeny na zadním panelu a v kapitole „Technické údaje" (3).

Při provozu není třeba přístroj zvlášť zemnit, neboť všechny jeho kovové části jsou přívodní síťovou šňůrou připojeny na ochranný vodič.

встроенного вольтметра при этом будет хуже (система прибора уравновешена только в горизонтальном положении прибора).

5.3. Подключение прибора к сети

Перед подключением прибора к сети проконтролировать установку напряжения сети переключателем в соответствии с имеющимся напряжением сети. Диск сетевого переключателя (на задней панели) фиксирован винтом. В случае необходимости следует винтик ослабить, диск выдвинуть, установить положение переключателя по требуемому напряжению против треугольного индекса и диск фиксировать. (Из завода-изготовителя прибор переключен на напряжение 220 В.) Далее следует проконтролировать номинал сетевого предохранителя P1 в соответствии с установленным напряжением. Значения предохранителей указаны на задней панели, а также в разделе Технические данные (3).
При работе прибор не нуждается в специальном заземлении, так как все металлические части подключены к защитному проводу посредством сетевого шнура.

that the accuracy of the built-in voltmeter will be reduced (as the movement of the meter is balanced exactly only when the instrument is horizontal).

5.3. Connection to the mains

Before connecting the instrument to the mains, it is essential to check the setting of the mains voltage selector which must tally with the available mains voltage. The disc of the selector (on the back panel) is secured with a screw. If necessary, this screw has to be removed, the disc pulled out, turned so that the marking which indicates the mains voltage available appears below the triangular mark and then pushed home again, after which the disc must be secured with the retaining screw. By the makers the instrument was adjusted to the mains voltage 220 V. Also, it is necessary to check the mains fuse P1. The correct ratings of this fuse are engraved on the back panel and are given in section 3 — "Technical data".
During use, the generator need not be earthed, as all its metal parts are connected to the mains protective conductor via the mains cord.

6. NÁVOD K OBSLUZE A POUŽÍVÁNÍ PŘÍSTROJE

6.1. Uspořádání a funkce ovládacích prvků, umístěných na předním panelu

1 — Síťový vypínač
Zapnutí přístroje se provede překlopením páčky vypínače z polohy 0 do polohy I. Vypnutí se provede opačním postupem.
2 — Kontrolní žárovka
Žárovka svítí po celou dobu připojení přístroje na síť vypínačem 1.
3, 4, 5 — Přepínače dekadické volby kmitočtu generátoru
Slouží k nastavení kmitočtu generátoru na tři dekadická místa s přesností ±0,5% ±0,02 Hz.

6. ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРИБОРА

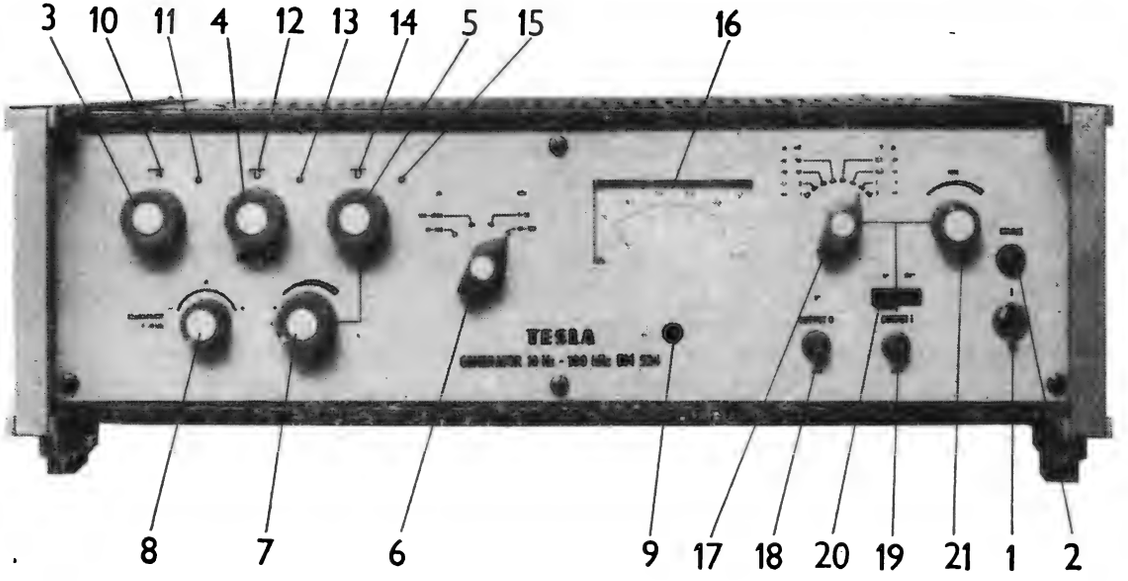
6.1. Расположение и назначение элементов управления на передней панели

1 — Сетевой тумблер .
Включение прибора осуществляется переводом рычажка переключателя из положения 0 в положение I. Выключение осуществляется наоборот.
2 — Контролная лампа.
Лампа горит в течение всего времени подключения прибора к сети тумблером 1.
3, 4, 5 — Переключатели декадического набора частоты генератора. Они служат для установки частоты генератора по трем десятичным разрядам с точностью ±0,5% ±0,02 Гц.

6. INSTRUCTIONS FOR MANIPULATION AND USE OF THE INSTRUMENT

6.1. Layout and functions of the control elements situated on the front panel

1 — Mains switch.
The instrument is switched on by changing the position of this toggle switch from 0 to I. Switching off is carried out in the opposite way.
2 — Pilot lamp.
This lamp glows all the time that instrument is powered via the mains switch (1).
3, 4, 5 — Switches of the decadic frequency selector. These switches serve for selecting the required frequency of the generator in three decadic places with an accuracy of ±0.5% ±0.02 Hz.



Obr. 3 Рис. 3 Fig. 3

6 — Přepínač kmitočtových rozsahů
Přepíná celkem 4 rozsahy od 10 Hz do 100 kHz.

7 — Jemné dostavení kmitočtu
Plynulé dostavení kmitočtu v rozmezí minimálně jednoho dekadického místa posledního přepínače hrubé volby kmitočtu (přepínač 5).

Kmitočet generátoru vzrůstá při otáčení knoflíku 7 doprava. Nastavitelnost kmitočtu je min. $1 . 10^{-4}$ z nastavené hodnoty.

8 — Doladění kmitočtu na rozsahu 1 ÷ 10 kHz
Tento ovládací prvek je určen pro speciální použití ve spektrometru NMR TESLA. Zvětšuje nastavitelnost generátoru na uvedeném rozsahu na hodnotu min. $1 . 10^{-5}$ z nastaveného kmitočtu. Celkový rozsah doladění je přibližně $\pm 1{,}2 . 10^{-4}$ z nasta-

6 — Переключатель поддиапазонов частоты.
Он устанавливает четыре поддиапазона в пределах от 10 Гц до 100 кГц.

7 — Плавная установка частоты.
Плавная установка частоты в пределах не менее одного десятичного знака последнего переключателя установки частоты грубо (переключатель 5). Частота генератора возрастает при вращении ручки 7 направо. Точность установки частоты составляет мин. $1 . 10^{-4}$ установленного значения.

8 — Подстройка частоты в диапазоне 1 - 10 кГц.
Эта ручка управления предназначена для специального применения в спектрометре ЯМР »Тесла«. Она повышает точность установки частоты генератора на указанном диапазоне до мин. $1 . 10^{-5}$ от установленной частоты. Общий диапазон подстройки составляет $\pm 1{,}2 . 10^{-4}$ (приблизительно) от установленного значения. Эта под-

6 — Frequency range selector.
Serves for selecting one of the 4 partial ranges within the overall range of 10 Hz to 100 kHz.

7 — Frequency fine control.
Enables fine frequency adjustment within the range of minimum one decadic place of the last switch (5) of the decadic frequency selector. When this control (7) is turned clockwise, the frequency increases. Resolution minimum $1 . 10^{-4}$ of the selected value.

8 — Incremental frequency control within the range 1 to 10 kHz
This control is intended for special application in NMR spectrometry. It increases the frequency resolution of the generator within the above operational range to minimum $1 . 10^{-5}$ of the selected overall frequency. The total incremental frequency range is approximately $\pm 1.2 . 10^{-4}$ of the set

né hodnoty. Toto doladění je v činnosti pouze na rozsahu 1 až 10 kHz.

9 — Dostavení nuly měřidla

10, 12, 14 — Ukazatele číselné hodnoty kmitočtu
Jsou spřaženy s přepínači dekadické volby kmitočtu generátoru 3, 4 a 5. První místo, tj. přepínač 3 má hodnotu 1 až 10, ostatní dvě místa — přepínač 4 a 5 — hodnotu 0 až 9.

11, 13, 15 — Ukazatele pohyblivé desetinné čárky
V těchto třech okénkách se postupně podle polohy přepínače kmitočtových rozsahů 6 automaticky rozsvěcuje desetinná čárka. Celkový údaj nastaveného kmitočtu je tedy indikován:

a) číselnou hodnotou	ukazatele 10, 12, 14
b) desetinnou čárkou	ukazatel 11 nebo 13 nebo 15
c) jednotkou a rozsahem	přepínač 6

16 — Měřidlo napětí signálového výstupu I
Měřidlo je připojeno před výstupní dělič napětí 17. Je opatřeno celkem třemi stupnicemi, a to napěťovými 0 ÷ 3,2 V a 0 ÷ 1 V a decibelovou stupnicí —12 dB až +2 dB. Všechny stupnice platí při zatížení výstupu I zatěžovací impedancí 600 Ω nebo průchozí zátěží 600 Ω. Nula decibelové stupnice je stanovena pro výstupní napětí 0,775 V na zátěži 600 Ω, tj. pro výstupní výkon 1 mW. Protože chyba měřidla je vztažena na plnou výchylku a s klesající výchylkou ručky měřidla relativní chyba měřeného napětí roste, je třeba volit hrubé rozsahy výstupního napětí — přepínač 17 — tak, aby se ručka měřidla při odečtení hodnoty pohybovala v horních dvou třetinách stupnice.

17 — Přepínač rozsahů napětí výstupu I

стройка работает только на поддиапазоне 1 - - 10 кГц.

9 — Подстройка нуля измерителя.

10, 12, 14 — Индикация цифрового значения частоты. Они сопряжены с переключателями декадического набора частоты генератора (3), (4) и (5). Первое место, т. е. переключатель (3) имеет значение 1 - 10, остальные два знака — переключатели (4) и (5) имеют значение 0 - 9.

11, 13, 15 — Индикация переключаемого десятичного знака. В этих трех окошках поочередно в зависимости от положения переключателя поддиапазонов частоты (6) автоматически зажигается десятичный знак. Общее показание установленной частоты осуществляется следующей индикацией:

а) цифровым значением	индикаторы 10, 12, 14
б) десятичным знаком	индикатор 11 или 13, или 15
в) единицой и пределом	переключатель (6).

16 — Измеритель напряжения выхода сигнала I. Измерительный прибор включен перед выходным делителем напряжения (17). Он оснащен тремя шкалами, а именно: двумя шкалами напряжений 0 - 3,2 В и 0 - 1 В и шкалой дБ в пределах —12 дБ ÷ +2 дБ. Все шкалы относятся к состоянию нагруженного выхода I на сопротивлении нагрузки 600 Ом или на проходной нагрузке 600 Ом. Ноль шкалы децибел соответствует выходному напряжению 0,775 В на нагрузке 600 Ом, т. е. соответствует выходной мощности 1 мВт. Ввиду того, что погрешность измерительного прибора дается относительно полного его отклонения и с уменьшающимся отклонением стрелки прибора относительная погрешность напряжения возрастает, то необходимо выбирать пределы грубо выходного напряжения — переключатель 17 — так, чтобы стрелка прибора при отсчете значения находилась в верхних двух третях шкалы.

17 — Переключатель пределов напряжения выхода I.

value and is available only within the range 1 to 10 kHz.

9 — Zero setting of the meter.

10, 12, 14 — Numerical frequency indicators.
As they are ganged with the decadic frequency selector switches 3, 4, 5, the first digit — switch (3) — has a range of 1 to 10, the further two digits — switches 4 and 5 — have ranges of 0 to 9.

11, 13, 15 — Decimal point indicators.
The decimal point appears successively in these three windows, according to the range selector (6). Thus, the total frequency is indicated as follows:

a) Numerical value	indicators 10, 12, 14
b) Decimal point	indicator 11 or 13 or 15
c) Unit and range	selector 6

16 — Voltmeter of the signal output I.
This meter is connected in front of the voltage divider 17; it has three scales — two for the measurement of voltages (0 to 3.2 V and 0 to 1 V) and one for decibels (—12 dB to +2 dB). The scales are valid when the output I is loaded by an impedance of 600 Ω, or by an open-circuit (feed-through) load of 600 Ω. The zero of the decibel scale applies to an output voltage of 0.775 V across a load of 600 Ω, i. e. to an output power of 1 mW. As the error of the meter is given at the f. s. d. and increases relatively with the decreasing measured voltage, it is always necessary to select such a coarse range of the output voltage — selector 17 — at which the pointer of the meter remains within the upper two thirds of the scale range.

17 — Range selector of the signal output I.

Tento přepínač má celkem 8 poloh a slouží k nastavení potřebné úrovně výstupního napětí I v rozsahu —60 dB (1 mV) až +10 dB (3 V) na zátěži 600 Ω. Jednotlivé stupně jsou tvořeny skoky po 10 dB.

18 — Konektor referenčního výstupu II (BNC)

Na tento konektor je vyveden výstup referenčního kanálu generátoru. Napětí je konstantní v celém kmitočtovém rozsahu, bez regulace. Slouží jako referenční signál při různých fázových měřeních a měření čtyřpólů.

19 — Konektor signálového výstupu I (BNC)

Tento výstup slouží jako hlavní výstup generátoru, a proto je opatřen regulací výstupního napětí (hrubě — přepínač 17, jemně — potenciometr 21) a možností změny fáze přepnutím přepínače 20.

20 — Přepínač změny fáze signálového výstupu I

V poloze 0° má výstupní napětí na výstupu I souhlasnou fázi vůči referenčnímu výstupu II, v poloze 180° má fázi opačnou, tj. otočenou o 180° vůči výstupu II. V této poloze lze s výhodou využít generátoru jako budiče souměrného koncového stupně, apod.

21 — Potenciometr jemné regulace výstupního napětí I

Spolu s přepínačem rozsahů 17 umožňuje jemnou regulaci výstupního napětí v rozsahu 20 μV ÷ 3,16 V/600 Ω.

Этот переключатель имеет 8 положений и предназначен для установки нужного уровня выходного напряжения I в диапазоне —60 дБ (1 мВ) ÷ +10 дБ (3 В) при нагрузке 600 Ом. Отдельные ступени представляют собой скачки через 10 дБ.

18 — Гнездо выхода сигнала сравнения II (BNC)

На это гнездо подается выходной сигнал канала сравнения генератора. Напряжение является постоянным во всем диапазоне частот без возможности регулирования. Этот сигнал является сигналом сравнения при различных фазовых измерениях и измерениях четырехполюсников.

19 — Гнездо сигнального выхода I (BNC)

Этот выход является основным выходом генератора и поэтому он оснащен регулировкой выходного напряжения (грубо — переключатель 17, точно — потенциометр 21) с возможностью изменения фазы путем переключения переключателя (20).

20 — Переключатель изменения фазы выхода сигнала I.

В положении »0°« выходное напряжение на выходе I имеет одинаковую фазу как и напряжение на выходе сравнения II. В положении »180°« фаза сигнала является обратной, т. е. сдвинутой на 180° относительно сигнала на выходе II. В этом положении целесообразно использовать генератор в качестве возбудителя симметричного оконечного каскада и т. д.

21 — Потенциометр точного регулирования выходного напряжения I.

Вместе с переключателем 17 он дает возможность плавно регулировать выходное напряжение в пределах 20 мкВ - 3,16 В/600 Ом.

This selector has 8 positions and serves for the coarse selection of the required level of the output I within the range of —60 dB (1 mV) to +10 dB (3 V) across a load of 600 Ω. The signal output I is controllable in 10 dB steps.

18 — Connector of the reference output II (BNC).

To this connector is brought out the reference channel of the generator. The output voltage is constant over the whole frequency range and is not controllable; it serves as a reference signal in various phase measurements, tests of quadripoles, etc.

19 — Connector of the signal output I (BNC).

This output serves as the main output of the generator; therefore, it is provided with coarse control-selector 17 — and fine control — potentiometer 21, as well as phase selection — switch 20.

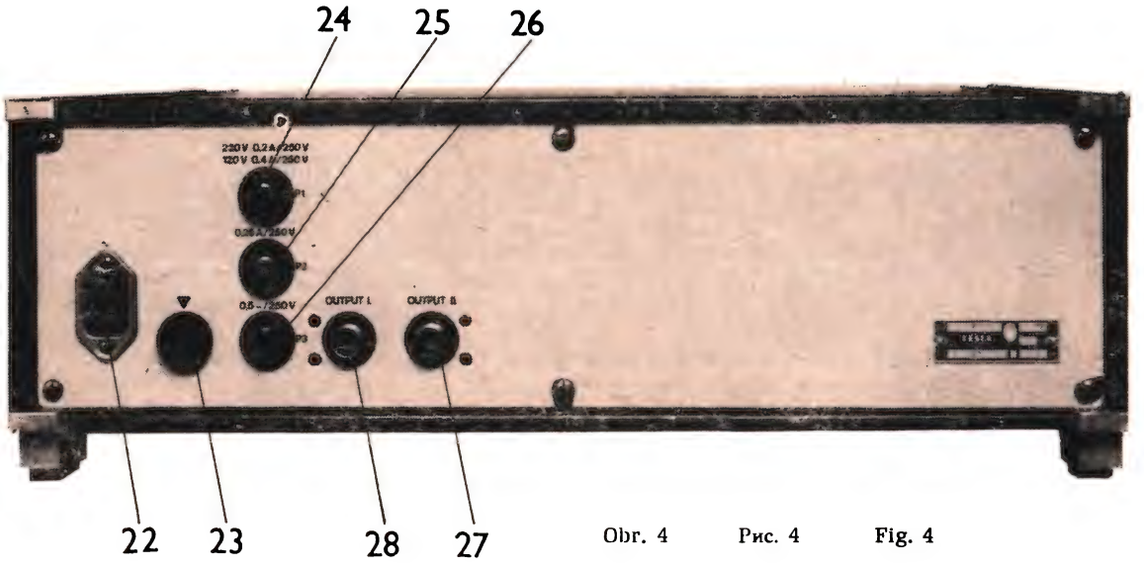
20 — Phase selector of the signal output I.

When this switch is set to the position 0°, the output voltage on output I has the same phase as the voltage on the reference output II. When set to the position 180°, the phase on the signal output I is opposite to that on the reference output II; when the phase selector is thus set, the generator is applicable to advantage as a driver of a symmetrical AF output stage, etc.

21 — Fine control potentiometer of the signal output I.

Together with the range selector (17) this control serves for the exact setting of the output voltage within the ranage 20 μV to 3.16 V/600 Ω.

6.2. Uspořádání a funkce prvků na zadním panelu



Obr. 4

22 — Síťová přívodka
23 — Volič napětí 220 V/120 V
24 — Síťová pojistka P1
25 — Pojistka zdroje —10 V P2
26 — Pojistka zdroje +20 V P3
27 — Konektor referenčního výstupu II (konektor Tesla). Výstup je shodný s výstupem II na předním panelu označeným 18.

28 — Konektor signálového výstupu I (konektor Tesla) Výstup je shodný s výstupem I na předním panelu označeným 19.

6.3. Příprava pro měření

6.3.1. Připojení na síť

Pomocí síťové šňůry připojíme přístroj na síťové napětí a zapnutím vypínače uvedeme do provozu. Po zapnutí se musí okamžitě rozsvítit kontrolní žárovka 2.

6.2. Расположение и назначение элементов на задней панели

Рис. 4

22 — сетевое гнездо
23 — переключатель напряжения 220 В/120 В
24 — сетевой предохранитель P1
25 — предохранитель источника —10 В P2
26 — предохранитель источника +20 В P3
27 — гнездо выхода сигнала сравнения II (разъем Тесла). Выход такой же, как и выход II на передней панели, обозначенный 18.

28 — гнездо сигнального выхода I (разъем Тесла). Выход является таким же, как и выход I на передней панели, обозначенный 19.

6.3. Подготовка для измерения

6.3.1. Подключение к сети

С помощью сетевого шнура подключить прибор к сети и путем включения тумблера (1) прибор включить. После включения должна немедленно зажечься контрольная лампа (2).

6.2. Layout and functions of the control elements on the back panel

Fig. 4

22 — Mains connector
23 — Mains voltage selector 220/120 V
24 — Mains fuse P1
25 — Fuse of the —10 V supply, P2
26 — Fuse of the +20 V supply, P3
27 — Connector of the reference output II (connector Tesla)
This output is identical with the one marked (18) on the front panel.
28 — Connector of the signal output I (connector Tesla). This output is identical with the one marked (19) on the front panel.

6.3. Preparations for measurement

6.3.1. Connection to the mains

The instrument has to be connected to the available mains service branch by using the supplied mains cord. Immediately after switching on the power with the mains switch 1, the pilot lamp 2 must light up.

6.3.2. Doba náběhu

Generátor se může používat okamžitě po zapnutí do sítě. Hodnota stability kmitočtu $1 . 10^{-5}$/5 min. je dosažena nejdéle po 30 minutách provozu přístroje a to v celém kmitočtovém rozsahu. Pokud je potřeba větší stability kmitočtu, je nutné provádět měření s generátorem až po 1 hodině provozu, kdy je krátkodobá stabilita lepší než $5 . 10^{-6}$/ /5 min. Dlouhodobá změna kmitočtu se změnou teploty okolí je velmi pozvolná a vzhledem k délce většiny měření téměř zanedbatelná.

Tyto hodnoty při náběhu a ustálení kmitočtu jsou zaručovány pro normální ochlazovací podmínky a teploty okolí v rozsahu +5 °C až +30 °C. Je třeba pamatovat na to, že jiný měřicí přístroj postavený na skříň generátoru nebo zakrytí větracích otvorů skříně přístroje nějakým předmětem, popř. proudění vzduchu značně ovlivňují dobu a charakter náběhu.

Pro teploty +30 °C až +40 °C se doba ustálení prodlužuje o 15 minut.

6.4. Měření

Před začátkem vlastního měření je třeba připojit generátor k měřenému objektu nebo přístroji. K tomuto účelu jsou v příslušenství generátoru dva stíněné kabely s konektory typu BNC na jedné straně a propojovacími kolíky na druhé straně. Pro všechna běžná měření se používají výstupní konektory na předním panelu (18 a 19). K těmto konektorům BNC jsou paralelně propojeny konektory typu Tesla na zadním panelu přístroje, které slouží pro speciální použití ve spektrometrech NMR Tesla nebo všude tam, kde je generátor zabudován

6.3.2. Время установления параметров

Генератор можно использовать сразу же после подключения к сети. Значение устойчивости частоты $1 . 10^{-5}$/5 мин обеспечивается не позднее, чем после 30 минут работы прибора, причем во всем диапазоне частот. Если необходимо более высокая устойчивость частоты, то следует производить измерения с помощью генератора после 1 часа работы; в этом случае кратковременная устойчивость лучше $5 . 10^{-6}$/5 мин. Длительный уход частоты в зависимости от температуры окружающего воздуха является весьма медленным и ввиду продолжительности большинства измерений почти пренебрежимым. Эти значения при установившемся режиме и установившейся частоте гарантируются для нормальных условий охлаждения и для температуры окружающего воздуха в пределах +5 °C - +30 °C. Необходимо помнить, что другой измерительный прибор, установленный на ящике генератора, или закрытие вентиляционных отверстий ящика прибора каким-либо предметом, а также течение воздуха в значительной степени влияют на время и характер процесса установления.
Для температуры +30 °C ÷ +40 °C время установления увеличивается на 15 минут.

6.4. Измерение

Перед началом собственно измерения необходимо подключить генератор к измеряемому объекту или прибору. Для этой цели в состав принадлежностей генератора входят два экранированных кабеля и разъемами типа BNC, с одной стороны, и соединительными штепселями, с другой стороны. Для всех обычных измерений используются выходные разъемы на передней панели (18 и 19). К этим разъемам BNC параллельно подключаются раъемы типа »Тесла« на задней панели прибора. Последние служат для специального применения в спектрометрах ЯМР »Тесла« или

6.3.2. Starting period

The generator is applicable immediately after being switched on. The frequency stability of $1 . 10^{-5}$/ /5 min. over the whole frequency range is achieved in maximum 30 minutes of operation. If higher frequency stability is required, the measurement concerned has to be carried out after 1 hour of operation, when the short-term stability has reached a value of $5 . 10^{-6}$/5 min. The long-term frequency change of the generator is very gradual and is almost always negligible with regard to the duration of the majority of measurements.

The mentioned stability data apply under normal cooling conditions and at ambient temperatures within the range +5 °C to +30 °C. It must be borne in mind that any other measuring instrument placed on the cabinet of the generator, or the covering up of its air vents by some object, or an air flow, can exert a considerable influence on the starting period and its character.

At ambient temperatures within the range +30 °C to +40 °C the above mentioned stability data are reached 15 minutes later than given.

6.4. Measurement

Before starting the actual measurement, the generator has to be connected to the object or instrument to be measured. For this purpose, two screened cables are included in the set of accessories supplied with the generator. Each cable terminates in a BNC connector at one end and a plug at the other end. The output connectors (18 and 19) on the front panel of the instrument serve for routine measurements. The Tesla type output connectors, which are on the back panel and are connected in parallel with those on the front panel, are intended for special application when the ge-

do větší přístrojové skříně a kde propojení jednotlivých přístrojů je provedeno ze zadní strany přístrojů.

Vzhledem k velikosti dovoleného napětí vazebního kondenzátoru na výstupu II smí být připojena na tento konektor zátěž se stejnosměrnou složkou napětí maximálně ±17 Vss, u výstupu I pouze ±8 Vss s ohledem na zatížení výstupního děliče napětí. Při jiných stejnosměrných složkách napětí na zátěži je nutno použít vhodných oddělovacích kondenzátorů.

Oba výstupy generátoru (I a II) mají konstantní výstupní impedanci 600 Ω v celém kmitočtovém rozsahu a při jakékoliv výstupní úrovni. Měřidlo výstupního napětí I měří skutečné výstupní napětí pouze při zatížení výstupu I zatěžovací impedancí rovněž 600 Ω. Pro všechny jiné a známé zatěžovací impedance lze vypočítat skutečné napětí na zátěži podle vztahu:

$$U_{výst} = \frac{2\,U_{měřidla}}{1 + \frac{600}{R_z}} \qquad [V, \Omega]$$

Pro usnadnění a zrychlení práce s generátorem při větších zatěžovacích impedancích, než je přibližně 6 kΩ, je výhodné použít průchozí zátěž 600 Ω (1AK 057 37), která je součástí příslušenství přístroje. Při použití této zátěže ukazuje měřidlo skutečné výstupní napětí pouze pro výstup naprázdno, tedy např. buzení mřížek elektronek, zesilovače s vysokou vstupní impedancí apod. Při zatížení generátoru menší impedancí vzrůstá chyba voltmetru o další přídavnou chybu, která je pro zatěžovací odpor 6 kΩ na výstupu I s průchozí zátěží 1AK 057

там, где генератор установлен в большем приборном шкафу, когда взаимные соединения отдельных приборов выполнены с задней стороны приборов.

Ввиду величины допустимого напряжения конденсатора связи на выходе II к этому гнезду можно подключить нагрузку с постоянной составляющей напряжения не более ±17 В пост., а в случае выхода I только ±8 В пост. ввиду нагрузки выходного делителя напряжения. При других составляющих постоянного тока напряжения на нагрузке необходимо использовать подходящие развязывающие конденсаторы.

Оба выхода (I и II) имеют постоянное выходное сопротивление 600 Ом во всем диапазоне частот, причем при любом выходном уровне. Измерительный прибор выходного напряжения I измеряет действительное выходное напряжение только при нагрузке выхода I на напрузочное сопротивление 600 Ом. Для всех других и известных сопротивлений нагрузки можно расчитать действительные напряжения по следующей формуле:

$$U_{Вых.} = \frac{2\,U_{измер.\,прибора}}{1 + \frac{600}{R_{нагрузки}}} \qquad [В, \Omega]$$

Для облегчения и ускорения работы с генератором при больших сопротивлениях нагрузки, которые превышают приблизительно 6 кОм, целесообразно использовать проходную нагрузку 600 Ом (1АК 057 37), которая входит в состав принадлежностей прибора. При использовании этой нагрузки измерительный прибор показывает действительное выходное напряжение только при ненагруженном выходе, т. е., например, при возбуждении сеток электронных ламп, усилителя с высоким входным сопротивлением и т. п. При нагрузке генератора на меньшее сопротивление погрешность вольтметра возрастает и эта дополнительная погрешность составляет ±5% при нагрузочном сопротивлении 6 кОм на выходе I при

nerator forms a part of a TESLA NMR spectrometer, or is built into an instrument rack with the individual instruments interconnected on the back of the setup.

With regard to the limited magnitude of the voltage which can be applied to the coupling capacitor employed in the circuit of the connector II, the load connected to the reference output must not have a larger DC voltage component than ±17 V; similarly the signal output connector I must be loaded with maximum ±8 V DC owing to the limited current-carrying capacity of the output voltage divider. If the DC components present in the loads are higher than the above values, suitable coupling capacitors must be used.

The two outputs of the generator (I and II) have a constant output impedance of 600 Ω over the whole frequency range at any output voltage level. The output meter indicates the actual voltage on output I only when this output is loaded by an impedance of 600 Ω. At all other load impedances, the actual voltage across the load can be computed from the following relation:

$$U_{out.} = \frac{2\,U_{meter}}{1 + \frac{600}{R_{load}}} \qquad [V, \Omega]$$

In order to facilitate and hasten work with the generator when the load impedance exceeds approximately 6 kΩ, it is advantageous to use the open-circuit (feed-through) load of 600 Ω (1AK 057 37) which is one of the supplied accessories. With this load employed, the output meter indicates the actual voltage only under no-load conditions, e. g. when the grid of an electron tube, or an amplifier of high input impedance is being driven, etc. When the generator is loaded by an impedance lower than 600 Ω, the output voltmeter error increases by an additional error which reaches ±5% when the output I is loaded by 6 kΩ

37 přibližně rovna ±5%. Se zvětšujícím se zatěžovacím odporem chyba klesá. Pro zatěžovací odpor 30 kΩ je tato chyba již pouze ±0,7%, což je méně než základní chyba měřidla. Z toho je patrno, že použití průchozí zátěže je pro většinu měření s generátorem výhodné.

Po připojení zátěže ke generátoru se zvolí požadovaný frekvenční rozsah přepínačem 6. Příslušný údaj o kmitočtovém rozsahu se odečítá z polohy tohoto přepínače.

Současně se zvolením polohy přepínače kmitočtových rozsahů se v některém z okének ukazatelů 11, 13 nebo 15 rozsvítí desetinná čárka, která pak usnadňuje nastavení nebo odečtení požadované hodnoty kmitočtu.

Vlastní nastavení kmitočtu se provede dekadicky přepínači 3, 4, 5 a kmitočet se pak odečítá na ukazatelích 10, 12 a 14. Přesnost takto nastaveného kmitočtu je lepší než ±0,5% ±0,02 Hz za předpokladu, že prvek jemného dostavení kmitočtu 7 je v levé krajní poloze označené „KAL". Je-li třeba jemně dostavit kmitočet v rozsahu jednoho místa posledního přepínače 5, použije se dostavení prvkem 7. Zaručované proladění je jedno místo přepínače 5, skutečné proladění je asi 1,8, tedy téměř dvě místa. Vzhledem k nelineárnímu průběhu změny kmitočtu s úhlem natočení je výhodnější a přesnější vždy pracovat s minimálním úhlovým natočením tohoto prvku od polohy „KAL", čili využívat možnosti změny o jedno místo na přepínači 5.

Pro použití generátoru ve spektrometrech NMR Tesla při technikách vícenásobných rezonancí je generátor vybaven velmi jemným doladěním na rozsahu 1 až 10 kHz — prvek 8. Celkový rozsah

наличии проходной нагрузки 1АК 057 37. При увеличении нагрузочного сопротивления погрешность уменьшается. При сопротивлении нагрузки 30 кОм эта погрешность составляет уже всего ±0,7%, т. е. она меньше основной погрешности прибора. Из сказанного явствует, что использование проходной нагрузки является выгодным для большинства измерений, осуществляемых с генератором. После подключения нагрузки к генератору выбирается требуемый диапазон частот переключателем 6. Соответствующее показание диапазона частот отсчитывается по положению этого переключателя.

Одновременно с установкой положения переключателя поддиапазонов частоты в одном из окошек индикаторов (11, 13 или 15) зажигается десятичный знак, который облегчает установку или отсчет требуемого значения частоты.

Собственно установка частоты осуществляется декадически переключателями 3, 4, 5 и частота затем отсчитывается с помощью индикаторов (10, 12 и 14). Точность установленной таким образом частоты выше ±0,5% ±0,02 Гц при условии, что ручка точной подстройки частоты (7) находится в левом крайнем положении, обозначенном через »Кал.«.

Если необходимо уточнить частоту в пределах одного знака на последнем месте переключателя 5, то следует использовать подстроечный элемент 7. Гарантируемая расстройка соответствует одному знаку переключателя 5. Действительная полоса расстройки составляет прибл. 1,8, т. е. почти два знака. Ввиду нелинейной зависимости изменения частоты от угла поворота более целесообразно и точно следует работать с минимальным углом поворота этой ручки относительно положения »Кал.«, т. е. использовать возможности изменения на один знак с помощью переключателя 5.

Для использования генератора в спектрометрах ЯМР »Тесла« в случае техники многократных резонансов генератор оснащен весьма точной подстройкой в диапазоне 1 - 10 кГц — ручка 8. Об-

via the open-circuit load 1AK 057 37. This error decreases when the load impedance increases, so that at a load of 30 kΩ it is only ±0.7%, i. e. less than the basic error of the employed meter. Thus, it is obvious that the use of the open-circuit load is advantageous in the majority of current application modes of the generator.

After connecting the load to the generator, the required frequency range has to be set with the selector 6, the positions of which are marked clearly with the partial frequency ranges.

Simultaneously with the setting of the selector 6 the decimal point appears (lights up) in one of the windows 11, 13 or 15, thus facilitating the reading or checking of the required frequency.

The actual frequency selection has to be carried out by means of the decadic switches 3, 4 and 5; the selected frequency is presented by the indicators 10, 12 and 14. The accuracy of the frequency thus selected is better than ±0.5% ±0.02 Hz, provided the frequency fine control 7 is set to its extreme counterclockwise position, marked "CAL.".

If it is necessary to set the selected frequency within the range of 1 place of the last switch 5, fine adjustment can be carried out by using the control 7. (The guaranteed minimum fine tuning range is 1 place of the switch 5, however the actual range is approximately 1.8, i. e. almost 2 places.) As the frequency alteration caused by turning this control is non-linear, it is better and more accurate to operate the generator with this control turned away from the position "CAL." as little as possible, i. e. to utilize the possibility of altering the frequency step by step with the switch 5.

The control 8, which enables very fine incremental tuning within the range of 1 to 10 kHz, serves when the generator is used as a part of an NMR spectrometer in the multiple-frequency operation

doladění je přibližně $\pm 1{,}2 \cdot 10^{-4}$ a nastavitelnost kmitočtu lepší než $1 \cdot 10^{-5}$ z celkové nastavené hodnoty.

Velikost výstupního napětí na konektoru I (19) lze nastavit hrubě přepínačem 17, jemně potenciometrem jemné regulace 21. Přepínač 17 má 8 poloh značených v hodnotách napětí i decibelových úrovní, a to v rozmezí 1 mV až 3 V nebo —60 dB až +10 dB na zátěži 600 Ω. Nula decibelové stupnice je stanovena pro výkon 1 mW na zátěži 600 Ω, tj. pro napětí 0,775 V. Jednotlivé stupně tohoto přepínače jsou tvořeny skoky o hodnotě 10 dB.

Výhody a použití dvou výstupů generátoru (signálového a referenčního) byly uvedeny v kapitole 1. (Rozsah použití přístroje.). Výstup I má možnost skokové změny fáze o 180° vůči fázi výstupního napětí na konektoru II pomocí přepínače 20. Je-li stisknuto levé tlačítko, je fáze obou výstupních napětí souhlasná, při stisknutém pravém tlačítku jsou obě napětí v protifázi.

Velikost výstupního napětí je měřena měřidlem 16, jehož funkce, stupnice a chyby jsou dostatečně popsány v odstavci 6.1.

7. POPIS MECHANICKÉ KONSTRUKCE PŘÍSTROJE

Generátor je umístěn v typizované skříni moderní koncepce. Vnitřní zástavba ve skříni rozděluje celý prostor na dva samostatné celky. Levou část skříně zaujímá zvláštní uzavřená komůrka s dobrou teplotní izolací vnitřního prostoru oproti okolní teplotě. V této komůrce jsou umístěny všechny prvky RC článku, tj. všechny přesné a stabilní odpory a kondenzátory včetně termistoru pro stabilizaci amplitudy. Tato konstrukční úprava spolu

щий диапазон подстройки составляет $\pm 1{,}2 \cdot 10^{-4}$ с возможностью установки частоты с точностью более $1 \cdot 10^{-5}$ от общего установленного значения.

Величина выходного напряжения на разъеме I (19) устанавливается грубо переключателем 17, точно потенциометром плавной установки 21. Переключатель 17 имеет 8 положений, обозначенных в значениях напряжения и уровней дБ в диапазоне 1 мВ - 3 В или —60 дБ ÷ +10 дБ на нагрузке 600 Ом. Ноль шкалы дБ соответствует мощности 1 мВт на нагрузке 600 Ом, т. е. напряжению 0,775 В. Отдельные ступени переключателя представляют собой скачки по 10 дБ.

Преимущества и способы применения двух выходов генератора (сигнального и выхода сравнения) указаны в главе 1 (Назначение прибора). Выходной сигнал на выходе I может скачком изменить фазу на 180° относительно фазы выходного напряжения на выходе II с помощью переключателя 20. Если нажата левая кнопка, то оба выходных напряжения синфазны. Если нажата правая кнопка, то напряжения находятся в противофазе.
Величина выходного напряжения измеряется прибором 16, назначение, шкала и погрешности которого достаточно описаны в разделе 6.1.

7. ОПИСАНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ КОНСТРУКЦИИ ПРИБОРА

Генератор установлен в типовом ящике современной концепции. Внутренняя компановка ящика такова, что все пространство разбито на две самостоятельные части. В левой части ящика установлена специальная закрытая камера с хорошей температурной изоляцией внутреннего пространства от окружающей среды. В этой камере установлены все элементы схемы RC, т. е. все точные и устойчивые сопротивления и конденсаторы, включая термистор для стабилизации амплитуды. Та-

mode. The total incremental tuning range is approximately $\pm 1.2 \cdot 10^{-4}$ and the frequency resolution is better than $1 \cdot 10^{-5}$ of the selected total value.
The magnitude of the output voltage on connector I 19 can be selected coarsely with the selector 17 and then adjusted exactly to the required value with the potentiometer 21. The selector 17 has 8 positions marked in voltage and decibel values, i. e. from 1 mV to 3 V and —60 dB to +10 dB respectively, across a load of 600 Ω. The zero-of the dB scale is set for 1 mW power on a 600 Ω load, i. e. for a voltage of 0.775 V. The individual steps of this selector differ from each other by 10 dB.
The advantages offered by the two outputs (signal and reference) of the generator have been described already in section 1 — "Scope of application of the instrument". The phase of the voltage on the output connector I can be altered in a 180° step with regard to the phase of the voltage on connector II. When the left-hand key of the push-button 20 is depressed, the phases of the two output voltages are identical; when the right-hand key is depressed, they are opposite.
The magnitude of the output voltage is indicated by the meter 16, the operation, scales and errors of which have been described already in item 6.1.

7. DESCRIPTION OF THE MECHANICAL DESIGN OF THE INSTRUMENT

The generator TESLA BM 524 is housed in a standard cabinet of modern attractive design. The interior of the cabinet is divided into two parts. The left-hand part of the cabinet contains an enclosed case which is well thermally insulated against the influence of the ambient temperature and contains all the components of the RC network, i. e. all the precision stable resistors and ca-

s použitím vhodných tepelně stálých a stárnutých kondenzátorů a odporů dává přístroji velmi dobrou kmitočtovou stabilitu a přesnost v celém rozmezí pracovních teplot.

V pravé části vnitřku skříně jsou umístěny všechny zásuvné jednotky s plošnými spoji, transformátor a usměrňovače. Je použita typizovaná zástavba.

8. PODROBNÝ POPIS ZAPOJENÍ

Popis zapojení z hlediska funkce jednotlivých obvodů je možno rozdělit na několik částí, uvedených v kapitole 4. „Princip činnosti přístroje", a to:

1. budicí zesilovač
2. invertor
3. selektivní RC článek typu dvojité T
4. obvod stabilizace amplitudy kmitů
5. výkonový zesilovač
6. dělič výstupního napětí
7. detektor a měřidlo
8. zdroje

Následující popis zapojení je uveden podle přiloženého schématu zapojení 1AN 260 42, popis zdrojů podle schémat 1AF 009 26 a 1AF 005 99.

8.1. Budicí zesilovač (1AN 260 42)

Jedná se o stejnosměrně vázaný pětistupňový tranzistorový zesilovač, který je osazen nízkošumovými tranzistory E1, E2, E3 a E6, koncový sledovač tranzistorem E7.

Zbývající dva stupně osazené tranzistory E8 a E9 tvoří obvod invertoru, který je z konstrukčních důvodů spojen s budicím zesilovačem a bude popsán

кая конструкция наряду с использованием подходящих температурно-устойчивых и подверженных искусственному старению конденсаторов и сопротивлений обеспечивает высокую стабильность частоты и точность частоты во всем диапазоне рабочей температуры.
В правой части ящика установлены все выдвижные блоки на печатных схемах, трансформатор и выпрямители. Использована типовая конструкция внутреннего оборудования.

8. ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ СХЕМЫ

Описание схемы с точки зрения работы отдельных цепей можно разбить на несколько частей, указанных в главе 4 »Принцип действия прибора«, а именно:

1. усилитель возбуждения
2. инвертор
3. избирательная схема RC типа двойное T
4. схема стабилизации амплитуды колебаний
5. усилитель мощности
6. делитель выходного напряжения
7. детектор и измерительный прибор
8. источники питания.

Последующее описание схемы дается по приложенной схеме 1AN 260 42, описание источников питания — по схемам 1AF 009 26 и 1AF 005 99.

8.1. Усилитель возбуждения (1AN 260 42)

Речь идет о пятикаскадном транзисторном усилителе со связью по постоянному току, который укомплектован транзисторами с низким коэффициентом шума E1, E2, E3 и E6, оконечный повторитель собран на транзисторе E7.
Остальные два каскада собраны на транзисторах E8 и E9 и образуют схему инвертора, который по конструктивным соображениям объединен с усилителем возбуждения и будет описан в после-

pacitors and the thermistor for amplitude stabilization. This design, together with the use of thermally stable and aged capacitors and resistors ensure very good thermal independence and precision of the produced frequencies over the whole operating temperature range of the generator.
In the right-hand part of the cabinet are all the plug-in units with printed circuits, the mains transformer and the rectifiers. The modular building-block system is utilized.

8. DETAILED DESCRIPTION OF THE CIRCUITRY

The description of the circuitry from the functional point of view of the individual parts of the generator, as they have been mentioned already in section 4 — "Principle of the instrument operation" can be divided up as follows:
1. Driving amplifier
2. Inverter
3. Selective twin-T type RC network
4. Amplitude stabilizing circuit
5. Power amplifier
6. Output voltage divider
7. Detector and meter
8. Stabilized supplies

The following description is based on the enclosed wiring diagrams of the generator proper 1AN 260 42, and on the diagrams of the stabilized supplies 1AF 009 26 and 1AF 005 99.

8.1. Driving amplifier (1AN 260 42)

This is a five-stage DC-coupled transistorized amplifier fitted with special low-noise amplifying transistors in the initial stages (transistors E1, E2, E3 and E6) and is provided with an emitter follower power stage (E7). For constructional reasons, the driving amplifier forms a single unit together with the inverter which uses two transistors (E8 and E9) and is described in the following item.

v dalších odstavcích. První stupeň budicího zesilovače představuje impedanční transformátor, tj. zvyšuje vstupní impedanci zesilovače na hodnotu větší než 1 MΩ, což je dostatečně velká hodnota vzhledem k výstupní impedanci použitého RC článku. Druhý stupeň tvořený tranzistorem E2 pracuje ve funkci součtového členu signálů obou zpětných vazeb. Vlastní zesilovač je dvoustupňový (tranzistory E3 a E6 — s výstupním emitorovým sledovačem E7). Celý zesilovač je překlenut silnou zpětnou vazbou tvořenou děličem R21 a R10, potřebnou pro dosažení velmi malé výstupní impedance zesilovače, malého zkreslení a výhodnější frekvenční charakteristiky. Korekci charakteristiky na vysokých kmitočtech nutnou pro získání dobré stability zesilovače tvoří R14 a C9, dále pak obvod C11, L2 a R20. Stejnosměrný pracovní režim zesilovače je udržován stejnosměrnou zpětnou vazbou přes celý zesilovač R18, R2 a R1.

Odporový trimr R3 slouží k nastavení pracovního bodu zesilovače tak, aby na měrném bodě D bylo napětí +10 V ±0,3 V. Nastavovací prvek R13 je zapojen v obvodu kladné zpětné vazby a lze jím nastavit amplitudu výstupního napětí generátoru. Proměnná indukčnost L2 slouží k úpravě fázové charakteristiky zesilovače na horním okraji frekvenčního pásma, tj. na 100 kHz.

8.2. Invertor (1AN 260 42)

Invertor přímo navazuje na výstup budicího zesilovače. Skládá se z vlastního zesilovače s jednotkovým zesílením — E8 a výstupního emitorového sledovače — E9. Jednotkové zesílení je nastaveno přesnými odpory R25, R26 a R27. Odporový trimr R22 slouží k nastavení stejnosměrného pracovního

дующих разделах. Первый каскад усилителя возбуждения представляет собой трансформатор сопротивлений, т. е. он повышает входное сопротивление усилителя до значения более 1 МОм, что является достаточным значением по отношению к выходному сопротивлению используемой схемы RC. Второй каскад собран на транзисторе E2 и работает в режиме элемента сложения сигналов из обеих цепей обратной связи. Собственно усилитель является двухкаскадным (транзисторы E3 и E6 — с выходным эмиттерным повторителем E7). Весь усилитель охвачен глубокой обратной связью, цепь которой образована делителем R21 и R10. Эта связь нужна для обеспечения малого выходного сопротивления усилителя, малого коэффициента нелинейных искажений и более прямой частотной характеристики. Коррекция характеристики в области высоких частот, необходимая для получения высокой стабильности усилителя, обеспечивается с помощью R14 и C9, а также с помощью схемы C11, L2 и R20. Режим усилителя по постоянному току поддерживается с помощью обратной связи постоянного тока через весь усилитель R18, R2 и R1. Подстроечное сопротивление R3 предназначено для установки режима работы усилителя так, чтобы в измерительной точке D напряжение составляло +10 В ±0,3 В. Установочный элемент R13 включен в цепь положительной обратной связи и с его помощью можно установить амплитуду выходного напряжения генератора. Переменная индуктивность L2 служит для коррекции фазовой характеристики усилителя в верхней области диапазона частот, т. е. в области 100 кГц.

8.2. Инвертор (1AN 260 42)

Инвертор непосредственно связан с выходом усилителя возбуждения. Он состоит из собственно усилителя с единичным коэффициентом усиления — E8 и выходного эмиттерного повторителя — E9. Единичный коэффициент усиления установлен точными сопротивлениями R25, R26 и R27. Подстроечное сопротивление R22 предназначено

The first stage of the driving amplifier is an impedance transformer, i. e. it increases the input impedance of the amplifier to a value higher than 1 MΩ, which is sufficiently high with regard to the output impedance of the employed RC network. The second stage, formed by the transistor E2, operates as an adder of the two feedback signals. The following two stages (transistors E3 and E6) are proper amplifying circuits driving an emitter follower power output stage (E7). The whole amplifier is bridged over by a strong feed-back loop, formed by the divider R21, R10, which is required in order to attain very low output impedance, low distortion and favourable frequency response. The correcting networks R14, C9 and C11, L2, R20, serve for improving the frequency response of the amplifier at high frequencies in order to ensure good stability. The DC mode of operation of the amplifier is maintained by a DC feedback loop (R18, R2, R1) which also bridges over the whole amplifier.

The trimmer resistor R3 serves for setting the working point of the amplifier so as to obtain a voltage of +10 V ±0.3 V on the measuring point D. The control R13 which is in the positive feedback loop serves for adjusting the amplitude of the output voltage of the generator. The variable inductor L2 adjusts the phase response of the amplifier close to the upper limit of the frequency range i. e. at 100 kHz.

8.2. Inverter (1AN 260 42)

The inverter is connected directly to the output of the driving amplifier; it consists of an amplifier of unit gain (E8) and an emitter follower output stage (E9). The unit gain is set exactly by means of the resistors R25, R26 and R27. The trimmer resistor R22 serves for adjusting the DC working

bodu tak, aby v bodě E bylo napětí rovněž +10 V ±0,3 V. Potom při přepínání fáze přepínačem S3 nevznikají na výstupu rázy způsobené nabíjením a vybíjením C17.

8.3. Selektivní RC článek typu dvojité T (1AN 260 42)

Jedná se o symetrický RC článek dvojité T s minimálním přenosem na rezonančním kmitočtu, proto je zapojen v obvodu záporné zpětné vazby. Ladění článku je dekadické, přepínáním všech tří kapacit přepínačem S7, kterým se volí požadovaný kmitočtový rozsah v pásmu 10 Hz až 100 kHz. Proladění uvnitř zvoleného kmitočtového rozsahu je zajištěno hrubě přepínáním hodnot všech tří odporů článků přepínači S4, S5 a S6, jemně třemi potenciometry R232, R233 a R236. Princip nastavování kmitočtu přepínáním odporů spočívá v paralelním řazení odporů v článku. Přepínač S4 umožňuje volbu hodnot 1 ÷ 10, přepínače S5 a S6 volbu hodnot 0 ÷ 9.

V článku jsou použity přesné a stabilní odpory s kovovou vrstvou a nízkým teplotním koeficientem. Třída přesnosti odporů je ±0,2% a pro dosažení dlouhodobé stability kmitočtu jsou odpory ještě uměle stárnuty řadou teplotních cyklů.

Dielektrikum použitých kondenzátorů je tvořeno převážně polystyrénem, dále terylénem a slídou. Kondenzátory jsou nastaveny na příslušnou hodnotu s přesností ±0,2%. Této přesnosti se dosahuje skládáním výsledné kapacity z více kondenzátorů s tolerancí ±5% tvořících optimální řadu, tj. takovou řadu hodnot kapacit, kdy při minimálním počtu členů řady lze sestavit požadovanou kapa-

для установки режима работы по постоянному току так, чтобы в точке E напряжение также составляло +10 В ±0,3 В. В этом случае при переключении фазы переключателем S3 на выходе нет выбросов, вызванных зарядкой и разрядкой C17.

8.3. Избирательная схема RC типа двойное T (1AN 260 42)

Речь идет о симметричной схеме RC типа двойное T с минимальной передачей на резонансной частоте. Поэтому эта схема включена в цепь отрицательной обратной связи. Настройка схемы является декадической, переключение всех трех емкостей — переключателем S7, с помощью которого выбирается требуемый диапазон частот в пределах от 10 Гц до 100 кГц. Настройка внутри выбранного поддиапазона частоты обеспечивается грубо путем переключения значений всех трех сопротивлений схемы переключателями S4, S5 и S6, плавно — тремя потенциометрами R232, R233 и R236. Принцип установки частоты путем переключения сопротивлений заключается в параллельном включении сопротивлений схемы. Переключатель S4 позволяет устанавливать значения 1 - 10. Переключатели S5 и S6 — значения 0 - 9.

В схеме использованы точные и устойчивые сопротивления с металлическим слоем и низким температурным коэффициентом. Класс точности сопротивлений составляет ±0,2% и для достижения длительной устойчивости частоты сопротивления подвержены искусственному старению путем периодической температурной обработки.

Диэлектрик используемых конденсаторов — это, в большинстве случаев, полистирол, далее терилен и слюда. Конденсаторы установлены по номиналу с точностью ±0,2%. Указанная точность обеспечивается путем сложения результирующей емкости с помощью нескольких конденсаторов с допусками ±5%, которые образуют оптимальный ряд, т. е. такую последовательность значений емкости, когда при минимальном количестве эле-

point so as to obtain the voltage of +10 V ±0.3 V also on the measuring point E. Provided this voltage has been adjusted correctly, changing the phase by operating the switch S3 does not cause beats on the output owing to charging and discharging of the capacitor C17.

8.3. Selective twin-T type RC network (1AN 260 42)

This symmetrical RC network of the twin-T type has minimum transfer value at the resonance frequency and therefore is inserted into the loop of the inverse feedback. The network is tuned decadically by switching all the three capacitances with the selector S7, which in this manner serves for frequency range selection within the total range of 10 Hz to 100 kHz. Coarse tuning within the selected frequency range is effected by switching all the three resistances of the network by means of the switches S4, S5 and S6, whereas the potentiometers R232, R233 and R236 serve for the fine tuning of the required frequency. Tuning of the generated frequency by resistance switching is based on the parallel connection of the resistors in the network. The switch S4 enables the selection of the values 1 to 10, the switches S5 and S6, that of the values 0 to 9.

The resistors employed in the network are precision stable metal-layer types of very low thermal dependence. The accuracy of these resistors is ±0.2%. In order to ensure long-term stability, the resistors are artificially aged by the makers of the generator by the application of several thermal cycles.

The dielectrics of the capacitors employed in the network are formed predominantly by polystyrene and also by terylene and mica. The capacitances are adjusted to the required values with an accuracy of ±0.2%. This precision is obtained by the combination of several different capacitors of ±5% tolerance which form a line of units of such values from which the required capacitance can

citu s tolerancí ±0,2% bez předchozího výběru jednotlivých kondenzátorů řady ±5%. Použití uvedené řady má výhodu, že vedle dosažení přesné požadované kapacity a odstranění drahého výběru lze výslednou kapacitu sestavit z různých druhů kondenzátorů s rozdílnými teplotními koeficienty.

Tím se dosahuje teplotně téměř nezávislých hodnot kapacity. Všechny kondenzátory jsou vystárnuty řadou teplotních cyklů. Velmi jemné proladění na rozsahu 1 až 10 kHz je provedeno změnou pouze jedné kapacity v článku. Jako prvku s proměnnou kapacitou je využito napěťově závislé kapacity Zenerových diod E71 a E72 v závěrném směru.

Všechny prvky dvojitého T článku jsou umístěny v teplotně izolované komůrce zaručující velkou časovou konstantu změny kmitočtu generátoru s teplotou okolí.

8.4. Obvod stabilizace amplitudy kmitů

Obvod stabilizace amplitudy kmitů je realizován děličem z odporů R76 a R241 a perličkového termistoru R237. Potenciometr R241 slouží ke kompenzaci poklesu výstupního napětí generátoru na čtvrtém rozsahu (10 kHz až 100 kHz), způsobeného řadou parazitních vlivů (kapacita odporů článku, vzájemná kapacita mezi součástkami, vliv zvýšené výstupní impedance zesilovače apod. Pracovní režim uvedeného termistoru je volen na horní hranici dovoleného výkonového zatížení (30 mW). Tím je dosaženo velmi malé časové konstanty zpětné

ментов можно установить требуемую емкость с допусками ±0,2% без предварительного выбора отдельных конденсаторов, обладающих точностью ±5%. Использование указанной последовательности имеет преимущество в том, что кроме достижения точного значения требуемой емкости и устранения дорогостоящего выбора деталей можно результирующую емкость составить из различных типов конденсаторов с различными температурными коэффициентами. В результате этого обеспечивается почти полная температурная независимость значений емкости. Все конденсаторы подвержены искусственному старению путем периодической термической обработки.

Очень плавная расстройка в поддиапазоне 1 - - 10 кГц осуществляется только путем изменения единой емкости схемы. В качестве элемента с переменной емкостью использована емкость, зависящая от напряжения, стабилитронов E71 и E72, включенных в обратном направлении. Все элементы схемы двойного Т установлены в температурно-изолированной камере, обеспечивающей высокую постоянную времени и изменение частоты генератора в зависимости от температуры окружающего воздуха.

8.4. Схема стабилизации амплитуды колебаний

Схема стабилизации амплитуды колебаний выполнена на делителе из сопротивлений R76 и R241 и миниатюрного термистора R237. Потенциометр R241 служит для компенсации падения выходного напряжения генератора на четвертом поддиапазоне (10 кГц - 100 кГц), вызванного влиянием ряда паразитных параметров (емкость сопротивлений схемы, взаимная емкость между деталями, влияние повышенного выходного сопротивления (усилителя и т. п.). Рабочий режим указанного термистора выбран в области верхней границы допустимой нагрузки (30 мВт). В результате этого обеспечивается очень малая постоянная времени обратной связи и малая зависи-

be compiled easily with an accuracy of ±0.2%, by using a minimum number of ±5% accuracy, without the necessity of previously calibrating each individual capacitor. This line of capacitors offers also the advantage that, in addition to the exact adjustment of the required capacitance value without tedious and costly selection, it enables also the use of various types of capacitors which have different thermal coefficients. Thus, almost absolutely thermal-independent capacitor combinations can be formed. All the capacitors of the network are artificially aged by the application of several thermal cycles.

Very fine tuning within the frequency range 1 to 10 kHz is effected by altering only one capacitance of the network. This purpose is served by the voltage-dependent capacitance of two Zener diodes (E71 and E72) in the inverse direction.
All the components of the twin-T network are housed in a thermally insulated case which ensures a high time constant of the correlation between the generated frequency and the ambient temperature.

8.4. Amplitude stabilizing circuit

The amplitude of the generated AF voltage is stabilized by the resistors R76 and R241 and the bead-type thermistor R237. The potentiometer R241 compensates the output voltage drop within the fourth partial frequency range (10 kHz to 100 kHz) caused by parasitic influences (capacitances of the resistors in the RC network, mutual capacitances between components, influence of the increased output impedance of the amplifier, etc.). The range of operation of the thermistor is set close to the upper border of the permissible power loading (30 mW). Thus, a very low time constant of the feedback is obtained, and low dependence of the

vazby a malé závislosti absolutní hodnoty výstupního napětí na teplotě okolí.

8.5. Výkonový zesilovač

V generátoru jsou celkem dva výkonové zesilovače shodného zapojení a parametrů, rozdíl je pouze v možnosti regulace napěťového zesílení u výkonového zesilovače I potenciometrem R44.

Vlastní zapojení zesilovače lze rozdělit na předzesilovač, budič a koncový stupeň.

Předzesilovač je osazen tranzistorem E21 (E31), do jehož emitoru je odporem R46 (R66) zavedena záporná zpětná vazba přes celý zesilovač, potřebná ke stabilizaci pracovního bodu zesilovače, získání stabilního zesílení, nízké výstupní impedance a malého zkreslení.

Budič je tvořen tranzistorem E22 (E32). Pro zvýšení zisku budiče je zavedena kladná zpětná vazba z výstupu zesilovače přes kapacitu C25 (C45) zvyšující hodnotu dynamické pracovní impedance budiče.

Koncový stupeň představuje komplementární dvojice tranzistorů E26 + E25 nebo E36 + E35. Pracovní bod koncového stupně je stabilizován dvěma křemíkovými diodami E23, E24 nebo E33, E34.

8.6. Dělič výstupního napětí

Použitý výstupní dělič se skládá ze tří odporových symetrických článků typu π se vstupní a výstupní impedancí 600 Ω. To umožňuje řadit tyto články do série pro dosažení celkového útlumu 70 dB. Jednotlivé články mají hodnoty útlumu: 10 dB, 20 dB a 40 dB. Různou kombinací těchto článků lze jednoduše měnit útlum děliče ve skocích po 10 dB.

мость абсолютного значения выходного напряжения от температуры окружающего воздуха.

8.5. Усилитель мощности

В генераторе имеются два усилителя мощности с одинаковой схемой параметров; отличие заключается только в возможности регулирования коэффициента усиления напряжения усилителя мощности I потенциометром R44.
Собственно схему усилителя можно разделить на предварительный усилитель, возбудитель и оконечный каскад.
Предварительный усилитель собран на транзисторе E21 (E31), в цепи эмиттера которого имеется отрицательная обратная связь — сопротивление R46 (R66), — охватывающая весь усилитель. Связь является необходимой для стабилизации режима работы усилителя, получения устойчивого коэффициента усиления, малого выходного сопротивления и малого коэффициента нелинейных искажений.
Возбудитель образован транзистором E22 (E32). Для повышения коэффициента усиления возбудителя имеется положительная обратная связь от выхода усилителя через емкость C25 (C45), которая повышает значение динамического рабочего сопротивления возбудителя.
Оконечный каскад образован комплементарной парой транзисторов E26 + E25 или E36 + E35. Режим работы оконечного каскада стабилизирован двумя кремниевыми диодами E23, E24 или E33, E34.

8.6. Делитель выходного напряжения

Используемый выходной делитель состоит из трех симметричных реостатных звеньев π-образной схемы с входным и выходным сопротивлением 600 Ом. Последнее позволяет включать эти звенья последовательно для достижения общего затухания 70 дБ. Отдельные звенья обеспечивают затухание: 10 дБ, 20 дБ и 40 дБ. Различной комбинацией этих звеньев можно просто изменять

absolute value of the output voltage on the ambient temperature is achieved.

8.5. Power amplifiers

The generator contains two power amplifiers of equal wiring and parameters; the only difference between them is that the voltage amplification of amplifier I is controllable by means of the potentiometer R44.
The circuitry of these amplifiers can be considered as compiled from a preamplifier, driver and final stage.
The preamplifier employs one transistor E21 (E31), to the emitter of which is applied an inverse feedback which bridges the whole amplifier via the resistor R46 (R66). The purpose of this feedback is to stabilize the working point of the amplifier, ensures stable amplification, low output impedance and low distortion.

The driver is formed by one transistor E22 (E32). Positive feedback, derived from the output of the amplifier via the capacitor C25 (C45) is employed in order to increase the gain and the dynamic working impedance of the driver.

The final stage employs a complementary pair of transistors E26 + E25 (E36 + E35), the working point of which is stabilized by two silicon diodes E23, E24 (E33, E34).

8.6. Output voltage divider

The divider employed in the output circuit is formed by three symmetrical resistance networks of the π type, the input and output impedance of which is 600 Ω. Consequently, these networks can be connected in series in order to obtain a total attenuation of 70 dB (the individual values of the networks being 10 dB, 20 dB and 40 dB), and by various combinations the output attenuation can

Použité odpory jsou přesné a stabilní. Vhodným provedením děliče je dosaženo nezávislosti fáze výstupního napětí na hodnotě nastaveného útlumu.

8.7. Detektor a měřidlo

Detektor je zapojen jako dvojčinný usměrňovač výstupního napětí I (diody E41 a E42). Frekvenční charakteristika voltmetru je v kmitočtovém rozsahu generátoru rovná. Dioda E43 slouží jako ochrana měřidla M1 při přechodových stavech, tj. při zapnutí a vypnutí generátoru. Použité měřidlo má citlivost 100 μA na plnou výchylku.

8.8. Zdroje

Schémata zdrojů jsou označena 1AF 009 26 a 1AF 005 99. Stabilizované zdroje 1AF 009 26 jsou dva moderní samostatné zdroje tvořené monolytickým regulátorem typu MAA 723H doplněným regulačním výkonovým členem E2 (E4). Tyto zdroje se vyznačují velmi malou teplotní závislostí výstupního napětí, velkým činitelem stabilizace, účinnou ochranou proti přetížení a zkratu a jednoduchým zapojením, které nevyžaduje žádné nastavení. Vnitřní zapojení integrovaného regulátoru MAA 723H obsahuje referenční zdroj, zdroje konstantního proudu, diferenciální stupeň, regulační člen a tranzistor automatické pojistky. Součástí této pojistky jsou i vnější odpory R3, R4 a R5 (R11, R12, R13). Referenční napětí je přivedeno přes filtr na vývod 3 integrovaného obvodu, na vývod 2 je přivedeno napětí z děliče výstupního napětí R6, R7 a R8 (R14, R15, R16). Kondenzátor C3 (C7) zajišťuje frekvenční stabilitu zdroje.

затухание делителя по скачкам 10 дБ. Используемые сопротивления являются точными и стабильными. Благодаря подходящему использованию делителя обеспечивается независимость фазы выходного напряжения от значения установленного затухания.

8.7. Детектор и измерительный прибор

Детектор собран по схеме двухполупериодного выпрямителя выходного напряжения I (диоды E41 и E42). Частотная характеристика вольтметра является прямой в диапазоне частот генератора. Диод E43 служит для защиты прибора M1 при переходных режимах, т. е. при включении и выключении генератора. Используемый прибор обладает чувствительностью 100 мкА на полное отклонение.

8.8. Источники

Схемы источников обозначены: 1AF 009 26 и 1AF 005 99. Стабилизированные источники 1AF 009 26 — это два современных самостоятельных источника, образованные монолитическим регулятором типа MAA 723H, дополненным регулировочной силовой схемой E2 (E4). Эти источники отличаются очень низкой температурной зависимостью выходного напряжения, большим коэффициентом стабилизации, действительной защитой против перегрузки и короткого замыкания и несложным включением, которое не требует никакой регулировки. Внутреннее включение интегрированного регулятора MAA 723H содержит источник опорного напряжения, источники постоянного тока, дифференциальный каскад, регулировочную схему и транзистор автоматического предохранителя. Частью этого предохранителя являются также внешние сопротивления R3, R4 и R5 (R11, R12, R13). Опорное напряежние подается через фильтр на вывод 3 интегрированной схемы, на вывод 2 подается напряжение от делителя выходного напряжения R6, R7 и R8 (R14, R15, R16). Конденсатор C3 (C7) обеспечивает частотную стабильность источника.

be controlled in steps of 10 dB. The employed resistors are of the precision stable type and the design of the divider ensures independence of the output voltage phase of the selected attenuation.

8.7. Detector and meter

The detector, formed by two diodes E41 and E42, is actually a push-pull rectifier of the output voltage I. The frequency response is substantially flat within the frequency range of the generator. The diode E43 protects the meter M1 from transient surges when the generator is switched on and off. The sensitivity of the employed meter is 100 μA at full-scale deflection.

8.8. Stabilized supplies

The power supply diagrams are marked 1AF 009 26 and 1AF 005 99.
The stabilized power supplies 1AF 009 26 are two modern self-containing supplies formed by a monolithic controller type MAA 723H supplemented by a controlling power transistor E2 (E4). These supplies are characterized by their very low temperature dependence of the output voltage high stabilization factor, effective protection against overload and short-circuit and by simple connection which does not require any adjustment. The internal connection of the integrated controller MAA 723H includes a reference power supply, supplies of constant current, a differential stage, controlling element and a transistor of the automatic fuse. This fuse contains also external resistors R3, R4 and R5 (R11, R12, R13). The reference voltage is led via a filter to the tap 3 of the integrated circuit; to the tap 2 is led the voltage from the output voltage divider R6, R7 and R8 (R14, R15, R16). The capacitor C3 (C7) secures frequency stability of the supply.

Hodnota odporu R6 (R14) v děliči výstupního napětí je volena tak, aby vyřazením nebo zařazením odporu bylo dosaženo vždy napětí zdroje $U_{stab.}$ ±4%.

Stabilizovaný zdroj 1AF 005 99 využívá rovněž monolytického regulátoru typu MAA 723H v poněkud obměněném zapojení (tzv. „plovoucího stabilizátoru") s ohledem na vyšší stabilizované napětí +42 V. Celý stabilizátor je vlastně zapojen paralelně k regulačnímu členu KU612 (E7). Vlastnosti tohoto stabilizátoru jsou stejné jako u obou předchozích zdrojů. Napěťový dělič je jak na výstupu zdroje (R5, R6 a R7), tak i ve zdroji referenčního napětí (R3, R4). Součástí automatické pojistky jsou odpory R9, R10 a R11. Max. napájecí napětí obvodu MAA 723H je v době případného zkratu výstupu zdroje omezeno diodou E1 spolu s tranzistorem E2. Zařazením nebo vyřazením odporu R6 v děliči výstupního napětí lze vždy dosáhnout požadované hodnoty výstupního napětí s tolerancí ±4%.

9. POKYNY PRO ÚDRŽBU PŘÍSTROJE

9.1. Elektrická kontrola parametrů

Způsob zapojení generátoru a použití stabilních a vystárnutých součástí snižuje možnost změny parametrů na minimální možnou míru. Proto není nutná pravidelná kontrola parametrů generátoru v kratších cyklech než přibližně po 1 roce běžného provozu. Kontrolu lze provést formou vnějšího měření výstupních veličin, tj. kmitočtu — jeho přesnosti a stability, zkreslení výstupního napětí, popř. kmitočtové charakteristiky.

Значение сопротивления R6 (R14) в делителе выходного напряжения избирается так, чтобы выключением или включением сопротивления в делителе было достигнуто всегда напряжения источника $U_{стаб.}$ ±4%.
Стабилизированный источник 1AF 005 99 использует также монолитический регулятор типа MAA 723H несколько смодифицированный, принимая во внимание высшее стабилизированное напряжение +42 В (»стабилизатор плавающий«). Весь стабилизатор включен параллельно к регулирующему транзистору KU612 (E7). Свойства этого стабилизированного источника одинаковы, как у обоих предшествующих источников. Делитель напряжения применен как на выходе источника (R5, R6 и R7), так и в источнике опорного напряжения (R3, R4). Сопротивления R9, R10 и R11 являются частью автоматического предохранителя. Максимальное напряжение питания для регулятора MAA 723H во время случайного короткого замыкания на выходе стабилизированного источника ограничено диодом E1 вместе с транзистором E2. Включением или выключением сопротивления R6 в делителе выходного напряжения всегда можно достичь требуемого значения выходного напряжения с допуском ±4%.

9. УКАЗАНИЯ ПО УХОДУ ЗА ПРИБОРОМ

9.1. Электрический контроль параметров

Способ проведения электрического монтажа генератора и применение стабильных и подверженных искусственному старению деталей в максимальной степени уменьшает возможность измерения параметров. Поэтому следует регулярно контролировать параметры генератора приблизительно после 1 года обычной эксплуатации. Контроль можно осуществлять путем внешнего измерения выходных величин, т. е. частоты, ее точности и устойчивости, коэффициента нелинейных искажений выходного напряжения или частотной характеристики.

The value of resistor R6 (R14) in the output voltage divider was selected, so that by its elimination or putting into operation always the voltage U_{stab} ±4% of the supply is reached.

In the stabilized power supply 1AF 005 99 also a monolithic controller type MAA 723H is used, in a somewhat altered connection (so called "floating stabilizer"), with regard to higher stabilized voltage +42 V. The whole stabilizer is practically connected in parallel to the controlling transistor KU612 (E7). The properties of this stabilizer are identical with those of the two preceding power supplies. The voltage divider is both on the output of the power supply (R5, R6 and R7) and in the reference power supply (R3, R4). The resistors R9, R10 and R11 are components of the automatic fuse. The max. supply voltage of the circuit MAA 723H is in the moment of evtl. short-circuit of the power supply output limited by the diode E1 together with the transistor E2. By putting into operation or by elimination of the resistor R6 in the output voltage divider always the required value of the output voltage is reached, with tolerance ±4%.

9. INSTRUCTIONS FOR MAINTENANCE OF THE INSTRUMENT

9.1. Checking the electrical parameters

The circuitry of the generator and the use of stable artificially aged components substantially reduce the possibility of parameter changes. Therefore, when in routine use it is unnecessary to check the parameters of the generator more frequently than approximately once a year. This check can be carried out by measuring the output data, i. e. the frequency (its accuracy and stability), the distortion of the output voltage, and — if appropriate — the frequency response.

Ke kontrole stability a přesnosti kmitočtu generátoru je třeba použít čítače, např. univerzálního čítače Tesla BM 445E. Kontrolovat stačí pouze jeden výstup, např. výstup I (19). Stabilitu kmitočtu měříme za dobu 5 minut (viz Technické údaje) tak, že odečteme navzájem nejmenší a největší údaj kmitočtu za tento měřicí interval a podělíme nejmenší hodnotou kmitočtu, tedy:

$$S_{5min.} = \frac{f_{max.} - f_{min.}}{f_{min.}} \qquad [-, Hz]$$

$f_{max.}$ — největší údaj v intervalu 5 minut

$f_{min.}$ — nejmenší údaj v intervalu 5 minut

Kontrola přesnosti generátoru se provádí při teplotě okolí +23 °C ±2 °C. Měření stability na kmitočtu 10 Hz je nutno provádět za 100 period (10 s).

Zkreslení generátoru se měří při plném výstupním napětí a zátěži 600 Ω. Použitý zkresloměr musí mít nejnižší měřicí rozsah 0,1% nebo ještě menší, protože hodnota zkreslení pro střední oblast kmitočtů generátoru je přibližně 0,01%. Nejvhodnější je použít měřiče zkreslení s automatickým dolaďováním.

Výstupní napětí generátoru a kmitočtovou charakteristiku lze kontrolovat pomocí libovolného střídavého milivoltmetru měřicího v rozsahu 10 Hz ÷ ÷ 100 kHz s relativně menší chybou, než je chyba měřených parametrů, tj. asi ±1% nebo menší. Na nižších kmitočtech (např. do 1 kHz) lze použít ke kontrole střídavý voltmetr klasického provedení s vyšším vstupním odporem (min. 10 kΩ).

Для контроля стабильности и точности частоты генератора необходимо использовать счетчик, например, универсальный счетчик BM 445E. Достаточно контролировать сигнал только на одном выходе, например выход I (19). Устойчивость частоты определяется в течение 5 минут (см. »Технические данные«), для чего отсчитываются минимальные и максимальные показания частоты в этом интервале измерения. Разность делится на минимальное значение частоты,

$$S_{5мин.} = \frac{f_{макс.} - f_{мин.}}{f_{мин.}} \qquad (-, Гц)$$

$f_{макс.}$ — максимальное показание в интервале 5 минут

$f_{мин.}$ — минимальное показание в интервале 5 минут

Контроль точности генератора осуществляется при температуре окружающего воздуха +23 °C ±2 °C.

Измерение стабильности на частоте 10 Гц необходимо производить после 100 периодов (10 сек).

Коэффициент нелинейных искажений генератора измеряется при полном выходном напряжении и нагрузке 600 Ом. Используемый измеритель нелинейных искажений должен иметь самый чувствительный предел измерения 0,1% или еще ниже, так как значение коэффициента нелинейных искажений сигнала в средней области частот генератора составляет приблизительно 0,01%. Наиболее целесообразно использовать измеритель нелинейных искажений с автоматической подстройкой.

Выходное напряжение генератора и частотная характеристика может контролироваться с помощью любого милливольтметра переменного тока, работающего в диапазоне 10 Гц - 100 кГц и погрешность которого меньше погрешности измеряемых параметров (т. е. прибл. ±1% или ниже). На более низких частотах, например до 1 кГц, можно для контроля использовать вольтметр классического использования с более высоким входным сопротивлением (мин. 10 кОм).

For checking the stability and accuracy of the produced frequency, it is best to use a counter, e. g. the universal counter TESLA BM 445E. It is sufficient to check only one output, e. g. the output I (19). The frequency stability has to be ascertained during 5 minutes (see "Technical data") by reading the lowest and highest frequencies indicated by the counter and dividing the difference between them by the lowest frequency. Thus:

$$S_{5min.} = \frac{f_{max.} - f_{min.}}{f_{min.}} \qquad [-, Hz]$$

where

$f_{max.}$ — is the highest indication during the test period of 5 minutes,

$f_{min.}$ — is the lowest indication during the test period of 5 minutes

This test has to be carried out at an ambient temperature of +23 °C ±2 °C. After 100 periods (100 s) a stability measurement at 10 Hz frequency must be carried out (when applying the BM 445E instrument in the position 10^2T and 1 μs).

Distortion of the output waveform has to be measured at full output voltage with a load of 600 Ω applied. The lowest f. s. d. range of the employed distortion meter must be 0.1% or ever less, as the distortion of the generator in the central region of its frequency range is approximately 0.01%. It is best to use a distortion meter with automatic tuning control.

The output voltage of the generator and its frequency response can be checked by using an AC millivoltmeter which operates within the range 10 Hz to 100 kHz with a relatively lower error than that of the measured parameters, i. e. approximately ±1% or less. For checking the voltage at low frequencies (e. g. up to 1 kHz), a classical AC voltmeter is applicable, provided its input impedance is high enough (minimum 10 kΩ).

9.2. Mechanická údržba přístroje

Generátor obsahuje minimální počet pohyblivých dílů, což značně zvyšuje spolehlivost přístroje. Jedinými pohyblivými prvky jsou přepínače kmitočtu, napětí a jejich rozsahů. Přepínače jsou ošetřeny přímo ve výrobním podniku a lze předpokládat jen velmi malou poruchovost.

Proměnná hodnota přechodového odporu přepínače se projeví v prvé řadě zhoršením stability, popř. přesnosti kmitočtu. Tomuto stavu lze předejít pravidelnou údržbou přepínačů — zhruba po 1 roce běžného provozu. Všechny přepínače se nacházejí v tepelně izolované komůrce v levé části přístroje při pohledu shora. Při údržbě přepínačů je třeba odšroubovat víko této komůrky, čímž se uvolní přístup ke všem přepínačům. Kontakty kontaktní dráhy všech přepínačů je nutno v prvé řadě očistit vhodným prostředkem, tj. např. benzínem nebo líhem. (Pozor! Trichlor rozpouští a silně napadá použité izolační materiály.) Po očištění kontaktů je nutné slabě namazat kontaktní dráhu kontaktní vazelínou nebo některým moderním přípravkem, jako je například Renol 1. Tento přípravek zvyšuje spolehlivost a trvanlivost kontaktů, slouží současně k namazání kontaktní dráhy a zabraňuje tvoření nevodivých oxidačních vrstev, popř. napadání kontaktu různými výpary (sírou apod.). Tohoto přípravku používáme vždy jen v nezbytně nutném množství pro dobrou funkci kontaktu tak, že jej vhodným předmětem naneseme na běžec přepínače a otáčením osy přepínače roztíráme prostředek po ostatních statických kontaktech.

9.2. Уход за механическими частями прибора

Генератор содержит минимальное количество подвижных деталей, что значительно повышает его надежность. Единственными движущими элементами являются переключатель частоты, напряжения и пределов. Переключатели обработаны непосредственно на заводе изготовителе и можно предполагать очень большой срок службы.
Переменные значения переходного сопротивления переключателя проявляются, в первую очередь, путем ухудшения устойчивости или точности частоты. Этого можно избежать путем проведения регулярного ухода за переключателями — приблизительно после 1 года обычной эксплуатации. Все переключатели находятся в температурно изолированной камере в левой части прибора при виде сверху. При уходе за переключателями необходимо снять крышку этой камеры, в результате чего обеспечивается доступ ко всем переключателям. Контакты контактного пути всех переключателей необходимо, в первую очередь, очистить с помощью подходящего вещества, например, бензина или спирта. (Внимание! трихлорэтилен разбавляет и сильно повреждает используемые изоляционные материалы.) После чистки контактов необходимо слабо смазать контакты вазелином или каким-либо другим современным средством, каким является, например, »Ренол-1«. Это вещество повышает надежность и срок службы контактов, одновременно служит для смазки контактного пути и исключает возникновение непроводящих слоев окислов или повреждение контактов различными испарениями (серой и т. п.). Это следует использовать только необходимого минимального количества для обеспечения надежной работы контактов. Вещество наносится подходящим предметом на движок переключателя, и путем вращения оси переключателя оно переносится на остальные неподвижные контакты.

9.2. Mechanical maintenance of the instrument

The TESLA BM 524 generator contains a minimum number of movable components; this fact greatly enhances its reliability. The only movable components are the frequency and voltage range selectors and switches which, however, have been treated by the makers so as to ensure very low trouble-incident level.
Contact resistance changes of the range selectors and switches exhibit themselves mainly in worsened stability or accuracy of the produced frequency. This trouble can be avoided by attending to the selectors and switches regularly, i. e. approximately after each year of operation of the generator. All the selectors and switches are in the thermally insulated compartment in the left-hand part of the cabinet (when viewed from above). In order to gain access to the selectors and switches, the cover of this compartment has to be unscrewed. First of all the contact tracks must be cleaned, with e. g. petrol or alcohol (warning! trichloroethylene must not be used as it strongly affects the employed insulating materials), and then smeared with a special contact grease or with one of the special products (e. g. Renol 1) available for the purpose. In this manner, the reliability and service life of the selectors and switches will be extended, as the contact tracks become lubricated and the forming of non-conductive oxide layers and corrosion through the influence of various fumes (e. g. sulphur), is prevented. In order to ensure reliable operation, the special contact grease must be used only sparingly by applying it to the moving contacts and then, by turning the shafts, transferring it onto and spreading it over the stationary contacts.

10. POKYNY PRO OPRAVY

10.1. Přístup dovnitř přístroje

Před odkrytováním přístroj odpojíme od sítě.
Při odkrytování povolíme na zadním panelu ty šrouby, které drží zajišťovací podložky jazýčkovitého tvaru v otvorech jednotlivých krytů. Otvory pro tyto podložky jsou umístěny v horním a spodním krytu uprostřed šířky, v bočních krytech úhlopříčně v protilehlých rozích. Povolenou zajišťovací podložku z otvoru vysuneme. Tlakem na zadní hranu vysouváme kryt směrem k přednímu panelu. Po dosažení dorazu odkloníme uvolněnou přední hranu krytu asi o 10 mm od předního panelu.

V této poloze zatlačíme kryt směrem k zadnímu panelu a kryt můžeme odejmout.
Stejným postupem odstraníme i ostatní kryty.
Při opravách na zapojeném odkrytovaném přístroji je nutno dodržet základní bezpečnostní předpisy, přičemž je nutné dát pozor na síťové napětí na přívodce a voliči na zadním panelu, na síťovém vypínači na předním panelu a na přívodních špičkách transformátoru.

10.2. Seznam měřicích přístrojů pro opravy

Stejnosměrný voltmetr 5000 Ω/V, 1,2 ÷ 600 V.

Nízkofrekvenční milivoltmetr 10 Hz ÷ 100 kHz (např. BM 494). Oscilograf s kmitočtovým rozsahem min. 3 MHz (např. BM 556).

10. УКАЗАНИЯ ПО РЕМОНТУ

10.1. Доступ к внутренним частям прибора

Перед снятием крышек прибора его следует отключить от сети.
Для снятия крышек на задней панели следует ослабить винты, крепящие фиксирующие подкладки язычкообразной формы в отверстиях отдельных крышек. Отверстия для этих подкладок находятся с верхней и нижней крышках в центре ширины, в боковых крышках они установлены диагонально в противолежащих углах. Освободившуюся фиксирующую подкладку выдвинуть из отверстия. Путем воздействия давлением на заднюю грань выдвинуть крышку по направлению к передней панели. После достижения упора откинуть освободившуюся переднюю грань крышки приблизительно на 10 мм от передней панели. В этом положении нажать крышку назад к задней панели, после чего она легко снимается.
Таким же образом снимаются и остальные крышки. При ремонте включенного прибора со снятыми крышками необходимо соблюдать основные правила техники безопасности, причем необходимо уделять внимание напряжению сети на гнезде и переключателе на задней панели, на сетевом тумблере на передней панели и на контактах трансформатора.

10.2. Перечень измерительных приборов для проведения ремонта

Вольтметр постоянного тока 5000 Ом/В, 1,2 ÷ ÷ 600 В.

Милливольтметр НЧ 10 Гц до 100 кГц (например, ВМ 494).

Осциллоскоп с диапазоном частот не менее 3 МГц (например, ВМ 556).

10. INSTRUCTIONS FOR REPAIRS

10.1. Gaining access into the instrument

Before removing its covers, the generator must be disconnected from the mains.
In order to remove the covers, those screws must be loosened on the back panel which hold the lug-shaped retaining washers in the openings in the covers. In the top and bottom covers the openings for these washers are at the centre of their width; in the side covers, they are diagonally in opposite corners. The loosened retaining washers must be removed. Then, by exerting pressure to the back edge of the top cover, it has to be slid as far as possible in the direction of the front panel and its front edge tilted about 10 mm away from the front panel. When in this position, the top cover must be pressed towards the back panel to render it removable.
The other covers have to be removed by carrying out similar procedures.
When carrying out any repair work on the generator, the covers of which have been removed, it is essential to adhere to the routine safety measures; it is necessary to bear in mind that the mains voltage is present on the mains connector and mains voltage selector on the back panel, on the mains switch on the front panel, as well as on the taps of the power transformer.

10.2. List of measuring instruments required for carrying out repairs

DC voltmeter 5000 Ω/V, ranges 1.2 to 600 V.

AF millivoltmeter 10 Hz to 100 kHz (e. g. BM 494).

Oscilloscope, range up to 3 MHz min. (e. g. BM 556).

10.3. Seznam dokumentace nutné pro opravy

V závěru tohoto návodu jsou schémata všech zdrojů a celkové zapojení s označenými měrnými body. Rovněž jsou přiloženy výkresy s rozmístěním součástek na tištěných deskách a rozpis elektrických součástí.

10.4. Postup při hledání závad

10.4.1. Všeobecně

Přístroj je ve výrobním závodě podroben přísné kontrole kvality součástí a obvodů. Přesto se však během provozu vlivem stárnutí součástek a působením klimatických podmínek, eventuálně i jiných vlivů může u některé součástky vyskytnout závada. V takovéto situaci je třeba zvážit možnosti provedení vlastní opravy podle přístrojového vybavení nebo přístroj odeslat k opravě do výrobního podniku.

10.4.2. Vlastní postup

Před hledáním závad je nezbytné seznámit se nejdříve s principem funkce přístroje prostudováním kapitol: Princip činnosti přístroje (4) a Podrobný popis zapojení (8).

Pro vlastní kontrolu funkce jednotlivých částí generátoru slouží měrné body A až I, uvedené v celkovém schématu 1AN 260 42. Měření provádíme po náležitém teplotním ustálení, tj. asi po 30 minutách provozu přístroje. Jednotlivá napětí a průběhy v měrných bodech jsou uvedeny v tabulce (všechna napětí jsou měřena proti kostře přístroje a při zátěži výstupu I odporem 600 Ω).

10.3. Перечень документации, необходимой для проведения ремонта

В заключении настоящей инструкции даны схемы всех источников питания и общая схема с указанием точек измерения. Также прилагаются чертежи с компановкой деталей на печатных схемах, а также спецификация электрических деталей.

10.4. Порядок работ при отыскании неисправностей

10.4.1. Общие указания

Прибор подвержен строгому контролю качества деталей и схем на заводе-изготовителе. Однако, несмотря на это в процессе эксплуатации в результате старения деталей и воздействия климата или других влияний некоторая деталь может выйти из строя. В таком случае необходимо оценить возможность проведения ремонта собственными силами в соответствии с имеющимся оборудованием приборами или прибор послать на завод-изготовитель для ремонта.

10.4.2. Проведение ремонта собственными силами

Перед отысканием неисправности необходимо сначала ознакомиться с принципом работы прибора путем изучения раздела »Принцип действия прибора« (4) и »Подробное описание схемы« (8).

Для собственного контроля работы отдельных частей генератора предназначены измерительные точки A - I, указанные на общей схеме 1AN 260 42. Измерение осуществляется после надлежащего установления температуры, т. е. прибл. после 30 минут работы прибора.
Отдельные напряжения и формы сигналов в измерительных точках указаны в таблице (все напряжения измеряются относительно корпуса прибора при нагрузке выхода I на сопротивление 600 Ом).

10.3. List of documentation required for carrying out repairs

Diagrams of the generator and of all its power supplies are enclosed with this Manual. The measuring points are indicated clearly. The enclosures include also drawings of the printed circuit boards showing the layout of the components. A list of components is given in section 13.

10.4. Procedure for defect tracing

10.4.1. General

All the components and circuits of the instrument have been submitted by the makers to stringent tests in order to ensure the highest possible quality. Nevertheless, after lengthy operation, due to component ageing and the adverse influence of climatic conditions, or sometimes also due to other factors, some of the generator components may become defective. In such a case, it is necessary to consider whether repair locally is feasible, i. e. whether the necessary instruments and tools are available, or if it is more reasonable to send the instrument to the makers for repair.

10.4.2. Trouble shooting

Before starting to look for a defect in the generator, it is essential to become well acquainted with the principle of its operation by studying the sections 4 — "Principle of the instrument operation" and 8 — "Detailed description of the circuitry".
The test points A to I serve in the process of checking the functions of the individual parts of the generator; they are indicated in the diagram 1AN 260 42. All the measurements have to be carried out after thermal balance of the instrument has been reached, i. e. after approximately 30 minutes of operation.
The individual voltages and their waveforms are listed in the following Table. (All the tabulated data are to be understood "against the framework" with the output I loaded by 600 Ω.)

Měrný bod	Přístroj	Rozsah přístroje	Správná hodnota	Poznámka
A	V-metr DLi	12 V	−10 V ±0,4 V	nesmí kolísat se změnou síť. napětí
B	V-metr DLi	24 V	+20 V ±0,8 V	nesmí kolísat se změnou síť. napětí
C	V-metr DLi	120 V	+42 V ±1,2 V	nesmí kolísat se změnou síť. napětí
D	V-metr DLi	12 V	+10 V ±0,3 V	—
E	V-metr DLi	12 V	+10 V ±0,3 V	—
H	V-metr DLi	24 V	+17,5 V ±0,5 V	—
I	V-metr DLi	24 V	+17,5 V ±0,5 V	—
D	BM 384	1 V_{ef}	0,65 V_{ef} ±0,03 V_{ef}	$f_G = 1$ kHz
E	BM 384	1 V_{ef}	0,65 V_{ef} ±0,03 V_{ef}	$U_D = U_E$, $f_G = 1$ kHz
F	BM 384	10 V_{ef}	7,15 V_{ef} ±0,3 V_{ef}	$f_G = 1$ kHz
G	BM 384	30 V_{ef}	11,25 V_{ef} ±0,5 V_{ef}	$f_G = 1$ kHz
D	BM 556	0,1 V/cm	čistě sínusový	nesmějí být patrny vf oscilace na průběhu
E	BM 556	0,1 V/cm	čistě sínusový	nesmějí být patrny vf oscilace na průběhu

Точка измерения	Прибор	Предел прибора	Правильное значение	Примечание
A	Вольтметр DLi	12 В	−10 В ±0,4 В	не должно изменяться при изменении напряжения сети
B	Вольтметр DLi	24 В	+20 В ±0,8 В	не должно изменяться при изменении напряжения сети
C	Вольтметр DLi	120 В	+42 В ±1,2 В	не должно изменяться при изменении напряжения сети
D	Вольтметр DLi	12 В	+10 В ±0,3 В	—
E	Вольтметр DLi	12 В	−10 В ±0,3 В	—
H	Вольтметр DLi	24 В	+17,5 В ±0,5 В	—
I	Вольтметр DLi	24 В	+17,5 В ±0,5 В	—
D	BM 384	1 В эфф.	0,65 В эфф. ±0,03 В эфф.	$f_G = 1$ кГц
E	BM 384	1 В эфф.	0,65 В эфф. ±0,03 В эфф.	$f_G = 1$ кГц $U_D = U_E$,
F	BM 384	10 В эфф.	7,15 В эфф. ±0,3 В эфф.	$f_G = 1$ кГц
G	BM 384	30 В эфф.	11,25 В эфф. ±0,5 В эфф.	$f_G = 1$ кГц
D	BM 556	0,1 В/см	чисто синусоидальное	Не должны быть заметны ВЧ колебания на кривой
E	BM 556	0,1 В/см	чисто синусоидальное	Не должны быть заметны ВЧ колебания на кривой

Measuring point	Instrument	Instrument range	Correct value	Notes
A	V-meter DLi	12 V	−10 V ±0.4 V	Must remain constant in spite of mains voltage fluctuation
B	V-meter DLi	24 V	+20 V ±0.8 V	Must remain constant in spite of mains voltage fluctuation
C	V-meter DLi	120 V	+42 V ±1.2 V	Must remain constant in spite of mains voltage fluctuation
D	V-meter DLi	12 V	+10 V ±0.3 V	—
E	V-meter DLi	12 V	+10 V ±0.3 V	—
H	V-meter DLi	24 V	+17.5 V ±0.5 V	—
I	V-meter DLi	24 V	+17.5 V ±0.5 V	—
D	BM 384	1 V_{RMS}	0.65 V_{RMS} ±0.03 V_{RMS}	$f_G = 1$ kHz
E	BM 384	1 V_{RMS}	0.65 V_{RMS} ±0.03 V_{RMS}	$U_D = U_E$, $f_G = 1$ kHz
F	BM 384	10 V_{RMS}	7.15 V_{RMS} ±0.3 V_{RMS}	$f_G = 1$ kHz
G	BM 384	30 V_{RMS}	11.25 V_{RMS} ±0.5 V_{RMS}	$f_G = 1$ kHz
D	BM 556	0.1 V/cm	Pure sinusoidal	RF ringing on the waveform must not be perceivable
E	BM 556	0.1 V/cm	Pure sinusoidal	RF ringing on the waveform must not be perceivable

Měrný bod	Přístroj	Rozsah přístroje	Správná hodnota	Poznámka
F	BM 556	2 V/cm	čistě sínusový	bez vf oscilací
G	BM 556	2 V/cm	čistě sínusový	bez vf oscilací

Měření v měrných bodech se provádí ve stejném sledu, jak je uvedeno v tabulce. Při stanovení místa případné poruchy je nutné postupovat takto:

1. Změřit napětí v bodě A. Jestliže změřené napětí neodpovídá předepsané hodnotě, jedná se o závadu ve zdroji napětí —10 V (část stabilizátoru 1AF 009 26).
2. Změřit napětí v bodě B. Jestliže změřené napětí neodpovídá předepsané hodnotě, jedná se o závadu ve zdroji napětí +20 V (část stabilizátoru 1AF 009 26).
3. Změřit napětí v bodě C. Jestliže změřené napětí neodpovídá předepsané hodnotě, jedná se o závadu ve zdroji +42 V (stabilizátor 1AF 005 99).
4. Změřit napětí v bodě D. Neodpovídá-li změřená hodnota tabulce, je závada v budicím zesilovači. Mimo poruchy některé součásti zesilovače může být také chybně nastaveno napětí bodu D potenciometrem R3.
5. Měřit stejnosměrné napětí v bodě E. Je-li hodnota jiná, než je předepsaná, jedná se o závadu v invertoru (tj. tranzistor E8 a E9), nebo je chybně nastaven pracovní bod invertoru potenciometrem R22.
6. Měřit stejnosměrné napětí v bodě H. Tímto

Точка измерения	Прибор	Предел прибора	Правильное значение	Примечание
F	BM 556	2 В/см	чисто синусоидальное	без ВЧ колебаний
G	BM 556	2 В/см	чисто синусоидальное	без ВЧ колебаний

Измерение в точках измерения осуществляется в последовательности, указанной в таблице. При определении местонахождения имеющейся неисправности необходимо поступать следующим образом:

1. Измерить напряжение в точке A. Если измеренное напряжение не соответствует требуемому, то неисправен источник напряжения —10 В (часть стабилизатора 1AF 009 26).
2. Измерить напряжение в точке B. Если измеренное напряжение не соответствует предписанному, то неисправен источник питания +20 В (часть стабилизатора 1AF 009 26).
3. Измерить напряжение в точке C. Если измеренное значение не соответствует предписанному значению, то неисправен источник питания +42 В (стабилизатор 1AF 005 99).
4. Измерить напряжение в точке D. Если измеренное значение не соответствует требуемому, то неисправен усилитель возбуждения. Кроме выхода из строя одной из деталей усилителя, также может иметь место неправильная установка напряжения в точке D потенциометром R3.
5. Измерить постоянное напряжение в точке E. Если значение отличается от указанного, то неисправен инвертор (т. е. транзисторы E8 и E9) или неправильно установлен режим работы инвертора потенциометром R22.
6. Измерить напряжение постоянного тока в точке H. В результате этого измерения можно

Measuring point	Instrument	Instrument range	Correct value	Notes
F	BM 556	2 V/cm	Pure sinusoidal	Without RF ringing
G	BM 556	2 V/cm	Pure sinusoidal	Without RF ringing

The procedure of measurement has to be followed in the same order as the measuring points are listed in the Table. The following measurements will help to determine the location of a fault:

1. The voltage on point A is measured. If it differs from the value in the Table, the defect is in the supply of —10 V (part of stabilized supply 1AF 009 26).
2. The voltage on point B is measured. If it differs from the value in the Table, the defect is in the supply of +20 V (part of stabilized supply 1AF 009 26).
3. The voltage on point C is measured. If it differs from the value in the Table, the defect is in the supply of +42 V (stabilized supply 1AF 005 99).
4. The voltage on point D is measured. If it differs from the value in the Table, the defect is in the driving amplifier. Either a component is defective, or the voltage which is on point D has been adjusted incorrectly with the potentiometer R3.
5. The DC voltage on point E is measured. If it differs from the value in the Table, the defect is in the inverter (defective transistor E8 or E9), or the working point of the inverter has been adjusted incorrectly with the potentiometer R22.
6. The DC voltage on point H is measured. This

měřením lze určit, zda se místo poruchy nachází ve výkonovém zesilovači II.

7. Měřit stejnosměrné napětí v bodě I. Touto kontrolou pracovního bodu lze stanovit, je-li výkonový zesilovač I stejnosměrně ve správném pracovním bodě, a tím přesněji definovat možnou poruchu.

8. Měřit střídavé napětí měrného bodu D. Je-li toto napětí jiné než předepsaná hodnota, popř. vůbec chybí, je třeba kontrolovat:
   a) nastavení potenciometru R13 (nastavení kladné vazby) — natočením běžce potenciometru se musí měnit střídavé napětí v bodě D;
   b) připojení RC článku a jeho vlastní zapojení — může se jednat o mechanickou závadu (ulomený vodič, přerušený obvod přepínačů apod.) nebo elektrickou (porucha některé součásti článku) — oscilace by pak vysazovaly pouze na některých kmitočtech;
   c) výkonový zesilovač II — kladná vazba pro řízení amplitudy generátoru je připojena až na výstup tohoto zesilovače;
   d) vlastní obvod termistoru — přerušený termistor, změna hodnoty v důsledku přetížení apod.
9. Měřit střídavé napětí v bodě E — musí být stejné jako v bodě D. Jestliže je střídavé napětí v bodě D v pořádku (při kontrolním měření 8), jde o poruchu pouze v invertoru. Pravděpodobná místa závady jsou stejná jako při měření 8.

10. Kontrolovat střídavé napětí v bodě F. Je-li toto napětí jiné, než je předepsáno, jedná se o stejný souhrn možných míst poruchy jako

определить, находится ли неисправность в усилителе мощности II.

7. Измерить постоянное напряжение в точке I. Путем этого контроля режима работы определить, работает-ли усилитель мощности I в правильном режиме постоянного тока и в результате этого можно более точно определить имеющуюся неисправность.
8. Измерить переменное напряжение в точке измерения D. Если это напряжение отличается от указанного или вообще отсутствует, то необходимо проконтролировать:
   а) установку потенциометра R13 (установка положительной связи) — при вращении движка потенциометра должно изменяться переменное напряжение в точке D.
   б) подключение схемы RC и ее собственный монтаж — может иметь место механическая неисправность (оторванный провод, обрыв цепи переключателей и т. д.) или электрическая неисправность (выход из строя определенной детали схемы). В этом случае колебания имели бы место только на определенных частотах.
   в) усилитель мощности II — положительная связь для управления амплитудой сигнала генератора подключена на выход этого усилителя.
   г) собственно схема термистора — обрыв термистора, изменение значения в результате перегрузки и т. д.
9. Измерить переменное напряжение в точке E; оно должно быть таким же, как и в точке D. Если напряжение переменного тока в точке D исправно (при контрольном измерении 8), то речь идет о неисправности только инвертора. Вероятность местонахождения неисправности такая же, как и при измерении 8.
10. Проконтролировать переменные напряжения в точке F. Если это напряжение отличается от указанного, то имеет место такая же сово-

measurement serves for ascertaining whether the defect is in the power amplifier II.

7. The DC voltage on point I is measured. This check of the working point serves for ascertaining whether the power amplifier I has been adjusted correctly and thus for closer location of the defect.

8. The AC voltage on point D is measured. If it differs from the value in the Table, or if there is no voltage at all on the point, it is necessary to carry out the following procedure:
   a) The adjustment of the potentiometer R13 (positive feedback) has to be checked — when this potentiometer is turned, the AC voltage on point D must vary.
   b) The connection of the RC network and its wiring have to be checked — a mechanical snag may be present (broken-off connection, intermittent switch contact, etc.), or an electrical defect is concerned (a component of the network is faulty). In the latter case, oscillations are missing only at certain frequencies.
   c) Power amplifier II has to be tested — the positive feedback for controlling the amplitude of the generated voltage is applied right to the output of this amplifer.
   d) The thermistor and its circuit have to be checked — the thermistor may be defective or its properties may have changed due to overloading etc.
9. The AC voltage on point E is measured — it must tally with that on point D. If the AC voltage on point D has been found to be correct (item 8), then only the inverter is defective. The probable locations of the defects are the same as item 8 (point D).

10. The AC voltage on point F is measured. If it differs from the value in the Table, then the

při měření v bodě D, popř. je třeba zkontrolovat nastavení potenciometru R44 (řízení zesílení výkonového zesilovače I).

11. Měřit střídavé napětí v bodě G. Je-li toto napětí jiné, než je uvedeno v tabulce, jedná se o stejný souhrn možných míst poruchy jako při měření v bodě D.

12. Pozorovat tvar signálu v bodě D. Při správné činnosti generátoru musí být průběh čistě sínusový bez jakýchkoliv parazitních zákmitů na průběhu, popř. vf oscilací apod.

13. Pozorovat oscilografem napětí v bodě E. Tvar musí být stejný jako v bodě D.

14. Pozorovat oscilografem napětí v bodě F. Průběh napětí musí odpovídat napětí v bodě D nebo E.
15. Pozorovat oscilografem napětí v bodě G. Průběh napětí musí být čistě sínusový bez parazitních oscilací vf charakteru.

Výše uvedeným postupem lze vymezit závadu na příslušnou část celkového zapojení generátoru, popř. na vlastní vadný obvod. V případě, že uvedenou kontrolou lze dospět k jednoznačnému závěru v určení vadného obvodu, který se nachází na některé z výměnných desek, je možné tuto desku vyjmout ze zásuvky a poslat do výrobního závodu k opravě. V případě složitější závady nebo závady v obvodu, který se nenachází na žádné z výměnných desek, doporučuje se odeslat k opravě celý přístroj do výrobního závodu na adresu:

TESLA Brno, n. p., 612 45 Brno 12,
Purkyňova 99

Adresa servisu měřicích přístrojů (pro osobní styk):

TESLA Brno, n. p., servis měřicích přístrojů, 612 45 Brno 12, Mercova 8a.

купность возможных мест нахождения неисправностей, как и при измерении в точке D или следует проконтролировать установку потенциометра R44 (регулировка усиления усилителя мощности I).

11. Измерить переменное напряжение в точке G. Если это напряжение отличается от указанного в таблице, то речь идет о такой же совокупности возможных мест неисправностей, как и при измерении в точке D.
12. Наблюдать форму сигнала в точке D. При правильной работе генератора форма сигнала должна быть чисто синусоидальной без каких-либо паразитных колебаний на основной кривой, например, колебаний ВЧ и т. п.
13. Наблюдать осциллоскопом напряжение в точке E. Форма должна быть такой же как и в точке D.
14. Наблюдать осциллоскопом напряжение в точке F. Форма должна соответствовать напряжению в точке D или E.
15. С помощью осциллоскопа наблюдать напряжение в точке G. Форма напряжения должна быть чисто синусоидальной без паразитных колебаний характера ВЧ.

С помощью вышеописанной последовательности операций можно ограничить местонахождение неисправности на определенную часть общей схемы генератора или на отдельную вышедшую из строя цепь. В том случае, если в результате выше указанного контроля можно сделать однозначное заключение при определении вышедшей из строя цепи, которая находится на определенной из сменных пластин, эту пластину можно вынуть из направляющих и отправить на завод-изготовитель для ремонта. В случае более сложной неисправности или неисправности цепи, не находящейся ни на одной из сменных печатных пластин, рекомендуется отправить на ремонт весь прибор на завод-изготовитель.

Более подробные информации предоставляет:

КОВО, внешнеторговое объединение,
Прага — ЧССР.

defect can be located as described in item 8; perhaps the setting of the potentiometer R44 (gain control of amplifier I) will have to be altered.

11. The AC voltage on point G is measured. If it differs from the value in the Table, then the location of the defect can be the same as described in item 8 (point D).

12. The signal on point D is displayed — If the generator operates correctly, the waveform will be a pure sine curve without parasitic overshoots, RF ringing etc.

13. The signal on point E is displayed — The waveform on the CR tube screen must be the same as in item 12 (point D).
14. The signal on point F is displayed — The waveform on the CR tube screen must be the same as in items 12 and 13 (points D and E).
15. The signal on point G is displayed — The waveform must be a pure sine curve without parasitic overshoots, RF ringing, etc.

By following the described procedure, the defect can be located and the defective part of the instrument or the circuit or even the component concerned, found. If it has been unambiguously ascertained that the defect is on a certain plug-in printed circuit board, then it is best to remove the plug-in board concerned and send it to the makers for repair. If the defect is of more involved character, or if is not on one of the plug-in boards, it is recommended to send the whole generator to the makers. More detailed information is available from:

KOVO — Foreign Trade Corporation,
Praha — Czechoslovakia

Všechny ovládací prvky na předním panelu lze demontovat po sejmutí štítku odšroubováním upevňovacích šroubů a odletováním přívodů z kabelových forem. Při výměně všech polovodičových součástek je třeba dbát na předepsanou max. dobu pájení — 4 vteřiny při teplotě pájedla 350 °C a na minimální možné zkrácení přívodů na délku 4 mm. Škodlivé teplo se doporučuje odvádět.

11. POKYNY PRO DOPRAVU A SKLADOVÁNÍ

Zabalené přístroje se mohou skladovat a dopravovat v rozmezí teploty —25 °C až +55 °C při relativní vlhkosti do 95%. Nezabalené přístroje v prostředí s teplotou od +5 °C do +40 °C při relativní vlhkosti do 80%.

V obou případech je však nutno skladované přístroje chránit proti povětrnostním vlivům ve vhodných prostorách prostých prachu a výparů z chemikálií.
Skladované přístroje mohou být na sobě umístěny nejvýše ve třech vrstvách. V každém případě však tak, aby nedocházelo k deformaci obalu spodní vrstvy přístrojů. Na srovnané přístroje nesmí být ukládán žádný další materiál.

Dodavateli má být umožněno na jeho žádost přesvědčit se o vhodnosti skladovacích prostorů.

12. ÚDAJE O ZÁRUCE

Na správnou funkci svých výrobků poskytuje n. p. TESLA Brno záruku v délce stanovené hospodářským zákoníkem č. 109/1964 Sb. ve znění č. 37/1971 Sb. (§§ 198, 135).
(Podrobnější údaje o délce záruční doby jsou uvedeny v záručním listě.)

Все элементы управления на передней панели можно демонтировать после снятия щитка, отвинчивания крепежных винтов и распайки выводов кабельных жгутов. При замене всех полупроводниковых деталей не следует превышать предписанное максимальное время пайки — четыре секунды при температуре паяльника 350 °C и также необходимо иметь ввиду предельно-допустимое укорочение выводов до длины 4 мм. Тепло рекомендуется отводить.

11. УКАЗАНИЯ ПО ТРАНСПОРТИРОВКЕ И ХРАНЕНИЮ

Упакованные приборы можно хранить и транспортировать в диапазоне температуры —25 °C ÷ ÷ +55 °C при относительной влажности до 95%. Неупакованные приборы — в среде при температуре от +5 °C до +40 °C при относительной влажности до 80%.
Однако, в обоих случаях необходимо хранимые приборы защищать от воздействия погоды путем их расположения в подходящих помещениях без пыли и химических испарений.
Хранимые приборы можно располагать друг на друге не больше, чем в трех слоях. Во всяком случае не должно иметь место деформирование тары нижнего слоя приборов. На хранимые приборы не следует класть никакого другого материала.
Поставщику должна быть обеспечена возможность по его желанию убедиться в том, что складские помещения удовлетворяют требованиям.

12. УСЛОВИЯ ГАРАНТИИ

Нац. пр. ТЕСЛА Брно гарантирует правильную работу своих изделий в течение гарантийного срока для заказчиков стран-членов СЭВ и им равных, установленного общими условиями СЭВ 1968 г. (§§ 28 - 30).

All the controls mounted on the front panel of the generator can be removed after taking off the front plate, unscrewing the retaining screws and unsoldering the appropriate connections. Great care must be taken when exchanging semiconductor devices. The permissible soldering time of 4 seconds and the maximum temperature of 350 °C of the soldering iron must not be exceeded; the wire terminals of the devices must not be shortened to less than 4 mm. Excessive harmful heat must be led off.

11. INSTRUCTIONS FOR TRANSPORT AND STORAGE

Packed instruments can be stored and transported at ambient temperatures within the range —25 °C to +55 °C at a relative humidity up to 95%; unpacked instruments within the range +5 °C to +40 °C at maximum 80% relative humidity.

In either case, the instruments must be protected from adverse atmospheric influences and kept in dustfree places where harmful chemical fumes are not present. Instruments must be stacked in maximum three layers. Deformation of the packings of the lowest layer of instruments must be prevented. Other stored material must not be stacked on the instruments.

The makers reserve the right to satisfy themselves about the suitability of the store room.

12. GUARANTEE

With customers outside Czechoslovakia, the guarantee conditions are agreed upon individually in every case. (Details about the guarantee terms are given in the Guarantee Certificate.)

13. LIST OF ELECTRICAL COMPONENTS

Resistors:

No.	Type	Value	Max. load W	Tolerance ± %	Standard ČSSR
R1	Film	470 kΩ	0.25	10	TR 151 M47/A
R2	Film	470 kΩ (330, 680 kΩ)	0.25	10	TR 151 M47/A (M33, M68)/A
R3	Potentiometer	3.3 kΩ	0.3	—	TP 110 3k3
R4	Film	12 kΩ	0.25	5	TR 151 12k/B
R5	Film	8.2 kΩ	0.25	5	TR 151 8k2/B
R6	Film	2.7 kΩ	0.25	5	TR 151 2k7/B
R7	Film	3.9 kΩ	0.25	5	TR 151 3k9/B
R8	Film	330 kΩ	0.25	5	TR 151 M33/B
R9	Film	10 kΩ	0.25	5	TR 151 10k/B
R10	Film	47 Ω	0.125	10	TR 112a 47/A
R11	Film	1.6 kΩ	0.25	5	TR 151 1k6/B
R12	Film	1 kΩ	0.25	10	TR 151 1k/A
R13	Potentiometer	150 kΩ	0.3	—	TP 110 M15
R14	Film	33 Ω (22, 47 Ω)	0.125	10	TR 112a 33 (22, 47)/A
R15	Film	22 kΩ	0.25	10	TR 151 22k/A
R16	Film	10 kΩ	0.25	5	TR 151 10k/B
R17	Film	1.5 kΩ	0.5	5	TR 152 1k5/B
R18	Film	3.6 kΩ	0.25	5	TR 151 3k6/B
R19	Film	100 Ω	0.125	10	TR 112a 100/A
R20	Film	3.3 Ω	0.125	10	TR 112a 3j3/A
R21	Film	620 Ω	0.5	5	TR 152 620/B
R22	Potentiometer	150 kΩ	0.3	—	TP 110 M15
R23	Film	150 kΩ	0.25	10	TR 151 M15/A
R24	Film	100 kΩ	0.25	10	TR 151 M1/A
R25	Film	1.24 kΩ	0.125	0.5	TR 161 1k24/±0.5%
R26	Film	920 Ω	0.125	0.5	TR 161 920/±0.5%
R27	Film	4.27 kΩ	0.125	0.5	TR 161 4k27/±0.5%
R28	Film	390 Ω	0.125	5	TR 112a 390/B
R29	Film	1.1 kΩ	0.25	5	TR 151 1k1/B
R34	Potentiometer	1 kΩ	0.5	—	TP 280b 20A 1k/NS
R41	Film	30 kΩ	0.25	5	TR 151 30k/B
R42	Film	36 kΩ	0.25	5	TR 151 36k/B
R43	Film	22 kΩ	0.25	5	TR 151 22k/B
R44	Potentiometer	680 Ω	0.5	—	TP 015 680
R45	Film	3.3 kΩ	0.25	5	TR 151 3k3/B
R46	Film	4.7 kΩ	0.25	5	TR 151 4k7/B
R47	Film	1 kΩ	0.25	5	TR 151 1k/B
R48	Film	3.3 kΩ	0.25	5	TR 151 3k3/B
R49	Film	2.7 kΩ	0.25	5	TR 151 2k7/B
R50	Potentiometer	1 kΩ	0.5	—	TP 015 1k
R51	Film	47 Ω	0.125	10	TR 112a 47/A
R52	Film	47 Ω	0.125	10	TR 112a 47/A
R53	Film	5.6 kΩ	0.25	10	TR 151 5k6/A
R61	Film	30 kΩ	0.25	5	TR 151 30k/B
R62	Film	36 kΩ	0.25	5	TR 151 36k/B
R63	Film	22 kΩ	0.25	5	TR 151 22k/B
R64	Film	270 Ω	0.25	5	TR 151 270/B
R65	Film	3.3 kΩ	0.25	5	TR 151 3k3/B
R66	Film	4.7 kΩ	0.25	5	TR 151 4k7/B
R67	Film	1 kΩ	0.25	5	TR 151 1k/B
R68	Film	3.3 kΩ	0.25	5	TR 151 3k3/B
R69	Film	2.7 kΩ	0.25	5	TR 151 2k7/B
R70	Potentiometer	1 kΩ	0.5	—	TP 015 1k
R71	Film	47 Ω	0.125	10	TR 112a 47/A
R72	Film	47 Ω	0.125	10	TR 112a 47/A
R73	Film	5.6 kΩ	0.25	10	TR 151 5k6/A
R76	Film	1.1 - 1.5 kΩ	0.25	5	TR 151 1k1 - 1k5/B
R81	Potentiometer	15 kΩ	0.5	—	TP 015 15k
R82	Film	22 kΩ	0.25	10	TR 151 22k/A
R83	Film	68 kΩ	0.25	10	TR 151 68k/A
R84	Film	68 kΩ	0.25	10	TR 151 68k/A
R91	Film	1.2 kΩ	0.125	0.5	TR 161 1k2/±0.5%
R92	Film	1.2 kΩ	0.125	0.5	TR 161 1k2/±0.5%
R93	Film	1.15 kΩ	0.125	0.2	TR 161 1k15/±0.2%
R94	Film	856 Ω	0.125	0.2	TR 161 856/±0.2%
R95	Film	1.15 kΩ	0.125	0.2	TR 161 1k15/±0.2%
R96	Film	612 Ω	0.125	0.5	TR 161 612/±0.5%
R97	Film	30.1 kΩ	0.125	0.2	TR 161 30k1/±0.2%
R98	Film	612 Ω	0.125	0.5	TR 161 612/±0.5%
R99	Film	732 Ω	0.125	0.2	TR 161 732/±0.2%

No.	Type	Value	Max. load W	Tolerance ± %	Standard ČSSR
R100	Film	2.98 kΩ	0.125	0.2	TR 161 2k98/±0.2%
R101	Film	732 Ω	0.125	0.2	TR 161 732/±0.2%
R105	Film	1.2 kΩ	0.125	0.5	TR 161 1k2/±0.5% - I
R106	Film	1.2 kΩ	0.125	0.5	TR 161 1k2/±0.5% - I
R111	Film	12 kΩ	0.125	0.2	TR 161 12k/±0.2%
R112	Film	12 kΩ	0.125	0.2	TR 161 12k/±0.2%
R113	Film	1.5 kΩ	0.125	0.2	TR 161 1k5/±0.2%
R114	Film	1.5 kΩ	0.125	0.2	TR 161 1k5/±0.2%
R115	Film	2 kΩ	0.125	0.2	TR 161 2k/±0.2%
R116	Film	1.5 kΩ	0.125	0.2	TR 161 1k5/±0.2%
R117	Film	1.2 kΩ	0.125	0.2	TR 161 1k2/±0.2%
R118	Film	1 kΩ	0.125	0.2	TR 161 1k/±0.2%
R121	Film	12 kΩ	0.125	0.2	TR 161 12k/±0.2%
R122	Film	12 kΩ	0.125	0.2	TR 161 12k/±0.2%
R123	Film	1.5 kΩ	0.125	0.2	TR 161 1k5/±0.2%
R124	Film	1.5 kΩ	0.125	0.2	TR 161 1k5/±0.2%
R125	Film	2 kΩ	0.125	0.2	TR 161 2k/±0.2%
R126	Film	1.5 kΩ	0.125	0.2	TR 161 1k5/±0.2%
R127	Film	1.2 kΩ	0.125	0.2	TR 161 1k2/±0.2%
R128	Film	1 kΩ	0.125	0.2	TR 161 1k/±0.2%
R131	Film	1.5 kΩ	0.125	0.2	TR 161 1k5/±0.2%
R132	Film	1.5 kΩ	0.125	0.2	TR 161 1k5/±0.2%
R133	Film	1.5 kΩ	0.125	0.2	TR 161 1k5/±0.2%
R134	Film	1 kΩ	0.125	0.2	TR 161 1k/±0.2%
R135	Film	750 Ω	0.125	0.2	TR 161 750/±0.2%
R136	Film	1.2 kΩ	0.125	0.5	TR 161 1k2/±0.2%
R137	Film	1.2 kΩ	0.125	0.5	TR 161 1k2/±0.2%
R138	Film	1 kΩ	0.125	0.2	TR 161 1k/±0.2%
R139	Film	1 kΩ	0.125	0.2	TR 161 1k/±0.2%
R151	Film	120 kΩ	0.125	0.2	TR 161 M12/±0.2%
R152	Film	120 kΩ	0.125	0.2	TR 161 M12/±0.2%
R153	Film	15 kΩ	0.125	0.2	TR 161 15k/±0.2%
R154	Film	15 kΩ	0.125	0.2	TR 161 15k/±0.2%
R155	Film	20 kΩ	0.125	0.2	TR 161 20k/±0.2%
R156	Film	15 kΩ	0.125	0.2	TR 161 15k/±0.2%
R157	Film	12 kΩ	0.125	0.2	TR 161 12k/±0.2%
R161	Film	120 kΩ	0.125	0.2	TR 161 M12/±0.2%
R162	Film	120 kΩ	0.125	0.2	TR 161 M12/±0.2%
R163	Film	15 kΩ	0.125	0.2	TR 161 15k/±0.2%
R164	Film	15 kΩ	0.125		TR 161 15k/±0.2%

No.	Type	Value	Max. load W	Tolerance ± %	Standard ČSSR
R165	Film	20 kΩ	0.125	0.2	TR 161 20k/±0.2%
R166	Film	15 kΩ	0.125	0.2	TR 161 15k/±0.2%
R167	Film	12 kΩ	0.125	0.2	TR 161 12k/±0.2%
R171	Film	15 kΩ	0.125	0.2	TR 161 15k/±0.2%
R172	Film	15 kΩ	0.125	0.2	TR 161 15k/±0.2%
R173	Film	15 kΩ	0.125	0.2	TR 161 15k/±0.2%
R174	Film	10 kΩ	0.125	0.2	TR 161 10k/±0.2%
R175	Film	7.5 kΩ	0.125	0.2	TR 161 7k5/±0.2%
R176	Film	12 kΩ	0.125	0.2	TR 161 12k/±0.2%
R177	Film	12 kΩ	0.125	0.2	TR 161 12k/±0.2%
R191	Film	402 kΩ	0.25	0.5	TR 162 M402/±0.5%
R192	Film	198 kΩ	0.125	0.5	TR 161 M198/±0.5%
R193	Film	150 kΩ	0.125	0.5	TR 161 M15/±0.5%
R194	Film	150 kΩ	0.125	0.5	TR 161 M15/±0.5%
R195	Film	200 kΩ	0.125	0.5	TR 161 M20/±0.5%
R196	Film	150 kΩ	0.125	0.5	TR 161 M15/±0.5%
R197	Film	120 kΩ	0.125	0.5	TR 161 M12/±0.5%
R201	Film	402 kΩ	0.25	0.5	TR 162 M402/±0.5%
R202	Film	198 kΩ	0.125	0.5	TR 161 M198/±0.5%
R203	Film	150 kΩ	0.125	0.5	TR 161 M15/±0.5%
R204	Film	150 kΩ	0.125	0.5	TR 161 M15/±0.5%
R205	Film	200 kΩ	0.125	0.5	TR 161 M20/±0.5%
R206	Film	150 kΩ	0.125	0.5	TR 161 M15/±0.5%
R207	Film	120 kΩ	0.125	0.5	TR 161 M12/±0.5%
R211	Film	150 kΩ	0.125	0.5	TR 161 M15/±0.5%
R212	Film	150 kΩ	0.125	0.5	TR 161 M15/±0.5%
R213	Film	150 kΩ	0.125	0.5	TR 161 M15/±0.5%
R214	Film	100 kΩ	0.125	0.5	TR 161 M10/±0.5%
R215	Film	75 kΩ	0.125	0.5	TR 161 75k/±0.5%
R216	Film	120 kΩ	0.125	0.5	TR 161 M12/±0.5%
R217	Film	120 kΩ	0.125	0.5	TR 161 M12/±0.5%
R231	Film	300 kΩ	0.25	5	TR 151 M3/B
R232	Potentiometer	5 MΩ	0.5	—	1AN 692 24
R233	Potentiometer	5 MΩ	0.5	—	TP 280b 20A 5M/NS
R234	Film	300 kΩ	0.25	5	TR 151 M3/B
R235	Film	150 kΩ	0.25	5	TR 151 M15/B
R236	Potentiometer	2.5 MΩ	0.5	—	TP 280b 20A 2M5/NS
R237	Thermistor	—	—	—	15 NR 10
R241	Potentiometer	15 kΩ	0.3	—	TP 110 15k
R242	Film	3 MΩ	0.25	5	TR 106 3M/B

No.	Type	Value	Max. load W	Tolerance ± %	Standard ČSSR
R243	Film	3 MΩ	0.25	5	TR 106 3M/B
R244	Film	3 MΩ	0.25	5	TR 106 3M/B
R245	Film	15 kΩ	0.25	5	TR 151 15k/B
R246	Film	560 kΩ	0.25	10	TR 151 M56/A
R247	Potentiometer	15 kΩ	0.3	—	TP 110 15k
R248	Potentiometer	10 kΩ	0.5	—	TP 280b 40A 10k/NS
R249	Potentiometer	15 kΩ	0.3	—	TP 110 15k
R250	Film	30 kΩ	0.25	5	TR 151 30k/B
R260	Wire-wound	68 Ω	2	10	TR 636 68/A

Capacitors:

No.	Type	Value	Max. DC voltage V	Tolerance ± %	Standard ČSSR
C1	Electrolytic	5 μF	70	—	TE 158 5M
C2	Electrolytic	5 μF	70	—	TE 158 5M
C3	Ceramic	0.1 μF	12.5	+80 −20	TK 782 100n/Z
C4	Electrolytic	500 μF	10	—	TE 982 G5 - PVC
C5	Ceramic	0.1 μF	32	+80 −20	TK 783 100n/Z
C6	Ceramic	0.1 μF	12.5	+80 −20	TK 782 100n/Z
C7	Electrolytic	200 μF	15	—	TE 984 G2 - PVC
C8	Electrolytic	500 μF	15	—	TE 984 G5 - PVC
C9	Ceramic	220 pF	40	5	TK 754 220/J
C10	Ceramic	0.1 μF	12.5	+80 −20	TK 782 100n/Z
C11	Mica	680 pF	300	5	WK 714 13 680p/J
C12	Electrolytic	200 μF	15	—	TE 984 G2 - PVC
C13	Ceramic	0.1 μF	32	+80 −20	TK 783 100n/Z
C14	Electrolytic	100 μF	35	—	TE 986 G1 - PVC
C15	Electrolytic	200 μF	15	—	TE 984 G2 - PVC
C17	Electrolytic	1000 μF	15	—	TE 984 1G - PVC
C21	Electrolytic	100 μF	35	—	TE 986 G1 - PVC
C22	Ceramic	22 000 pF	40	+50 −20	TK 744 22n/S

No.	Type	Value	Max. DC voltage V	Tolerance ± %	Standard ČSSR
C23	Ceramic	10 pF	400	—	TK 656 10
C24	Electrolytic	200 μF	6	—	TE 981 G2
C25	Electrolytic	200 μF	15	—	TE 984 G2 - PVC
C26	Electrolytic	10 000 pF	250	+50 −20	TK 745 10n/S
C27	Electrolytic	68 000 pF	12.5	+80 −20	TK 782 68n/Z
C28	Electrolytic	200 μF	70	—	TE 988 G2 - PVC
C29	Electrolytic	500 μF	10	—	TE 982 G5 - PVC
C30	Electrolytic	500 μF	35	—	TE 986 G5 - PVC
C31	Electrolytic	50 μF	70	—	TE 988 50M
C41	Electrolytic	100 μF	35	—	TE 986 G1 - PVC
C42	Ceramic	0.1 μF	32	+80 −20	TK 783 100n/Z
C43	Ceramic	10 pF	400	—	TK 656 10
C44	Electrolytic	200 μF	6	—	TE 981 G2
C45	Electrolytic	200 μF	15	—	TE 984 G2 - PVC
C46	Ceramic	10 000 pF	250	+50 −20	TK 745 10n/S
C47	Ceramic	68 000 pF	32	+80 −20	TK 782 68n/Z
C48	Electrolytic	200 μF	70	—	TE 988 G2 - PVC
C49	Electrolytic	500 μF	10	—	TE 982 G5 - PVC
C50	Electrolytic	500 μF	35	—	TE 986 G5 - PVC
C51	Electrolytic	500 μF	35	—	TE 986 G5 - PVC
C55	Mica	560 - 1000 pF	300	10	WK 714 13 560p - 1n0/K
C56	Mica	680 pF	300	10	WK 714 13 680p/J
C57	Mica	820 pF	500	10	TC 211 820/A
C58	Mica	1000 pF	500	10	TC 211 1k/A
C61	Electrolytic	500 μF	35	—	TE 986 G5 - PVC
C62	Electrolytic	500 μF	35	—	TE 986 G5 - PVC
C63	Electrolytic	500 μF	35	—	TE 986 G5 - PVC
C64	Electrolytic	500 μF	35	—	TE 986 G5 - PVC
C65	Electrolytic	500 μF	35	—	TE 986 G5 - PVC
C66	Electrolytic	500 μF	35	—	TE 986 G5 - PVC
C67	Electrolytic	500 μF	35	—	TE 986 G5 - PVC
C68	Electrolytic	500 μF	35	—	TE 986 G5 - PVC
C69	Electrolytic	10 μF	50	—	TE 156 10M
C70	Electrolytic	10 μF	50	—	TE 156 10M

No.	Type	Value	Max. DC voltage V	Tolerance ± %	Standard ČSSR
C71	Ceramic	18 pF	250	10	TK 755 18/K
C81	Electrolytic	500 μF	35	—	TE 186 G5 - PVC
C82	Electrolytic	500 μF	35	—	TE 986 G5 - PVC
C84	Electrolytic	500 μF	35	—	TE 986 G5 - PVC
C85	Electrolytic	500 μF	35	—	TE 986 G5 - PVC
C87	Electrolytic	200 μF	70	—	TE 988 G2 - PVC
C88	Electrolytic	200 μF	70	—	TE 988 G2 - PVC
C101	Polystyrene	1 μF	160	1	TC 296 1M/D
C102	Polystyrene	1 μF	160	1	TC 296 1M/D
C103	Polystyrene	0.5 μF	250	1	TC 297 M5/D
C104	P. E. T.	0.1 μF	400	5	TC 276 M1/B
C105	P. E. T.	68 000 pF	400	5	TC 276 68k/B
C106	P. E. T.	33 000 pF	400	5	TC 276 33k/B
C107	P. E. T.	22 000 pF	400	5	TC 276 22k/B
C108	P. E. T.	15 000 pF	400	5	TC 276 15k/B
C109	P. E. T.	6 800 pF	400	5	TC 276 6k8/B
C110	Polystyrene	0.15 μF	250	1	TC 297 M15/D
C111	Polystyrene	0.1 μF	250	1	TC 297 M1/D
C112	P. E. T.	10 000 pF	400	5	TC 276 10k/B
C113	P. E. T.	6 800 pF	400	5	TC 276 6k8/B
C114	P. E. T.	3 300 pF	400	5	TC 276 3k3/B
C115	P. E. T.	2 200 pF	400	5	TC 276 2k2/B
C116	P. E. T.	1 500 pF	400	5	TC 276 1k5/B
C117	Mica	680 pF	300	5	WK 714 13 680p/J
C118	Polystyrene	10 000 pF	100	5	TC 281 10k/B
C119	Polystyrene	10 000 pF	100	5	TC 281 10k/B
C120	Polystyrene	3 300 pF	100	5	TC 281 3k3/B
C121	P. E. T.	2 200 pF	400	5	TC 276 2k2/B
C122	P. E. T.	1 500 pF	400	5	TC 276 1k5/B
C123	Mica	820 pF	300	5	WK 714 13 820p/J
C124	Mica	470 pF	300	5	WK 714 13 470p/J
C125	Mica	270 pF	300	5	WK 714 13 270p/J
C126	Mica	150 pF	300	5	WK 714 13 150p/J
C127	Mica	82 pF	300	5	WK 714 13 82p/J
C129	Mica	120 pF	300	5	WK 714 13 120p/J
C130	Mica	220 pF	300	5	WK 714 13 220p/J
C131	Ceramic	150 pF	500	—	TK 810 150
C132	Mica	820 pF	300	5	WK 714 13 820p/J
C133	Polystyrene	1 500 pF	100	5	TC 281 1k5/B
C141	Polystyrene	1 μF	160	1	TC 296 1M/D

No.	Type	Value	Max. DC voltage V	Tolerance ± %	Standard ČSSR
C142	Polystyrene	1 μF	160	1	TC 296 1M/D
C143	Polystyrene	0.5 μF	250	1	TC 297 M5/D
C144	P. E. T.	0.1 μF	400	5	TC 276 M1/B
C145	P. E. T.	68 000 pF	400	5	TC 276 68k/B
C146	P. E. T.	33 000 pF	400	5	TC 276 33k/B
C147	P. E. T.	22 000 pF	400	5	TC 276 22k/B
C148	P. E. T.	15 000 pF	400	5	TC 276 15k/B
C149	P. E. T.	6 800 pF	400	5	TC 276 6k8/B
C150	Polystyrene	0.15 μF	250	1	TC 297 M15/D
C151	Polystyrene	0.1 μF	250	1	TC 297 M1/D
C152	P. E. T.	10 000 pF	400	5	TC 276 10k/B
C153	P. E. T.	6 800 pF	400	5	TC 276 6k8/B
C154	P. E. T.	3 300 pF	400	5	TC 276 3k3/B
C155	P. E. T.	2 200 pF	400	5	TC 276 2k2/B
C156	P. E. T.	1 500 pF	400	5	TC 276 1k5/B
C157	Mica	680 pF	300	5	WK 714 13 680p/J
C158	Polystyrene	10 000 pF	100	5	TC 281 10k/B
C159	Polystyrene	10 000 pF	100	5	TC 281 10k/B
C160	Polystyrene	3 300 pF	100	5	TC 281 3k3/B
C161	P. E. T.	2 200 pF	400	5	TC 276 2k2/B
C162	P. E. T.	1 500 pF	400	5	TC 276 1k5/B
C163	Mica	820 pF	300	5	WK 714 13 820p/J
C164	Mica	470 pF	300	5	WK 714 13 470p/J
C165	Mica	270 pF	300	5	WK 714 13 270p/J
C166	Mica	150 pF	300	5	WK 714 13 150p/J
C167	Mica	47 pF	300	5	WK 714 13 47p/J
C168	Polystyrene	1 500 pF	100	5	TC 281 1k5/B
C169	Mica	820 pF	300	5	WK 714 13 820p/J
C170	Ceramic	150 pF	500	—	TK 810 150
C171	Mica	220 pF	300	5	WK 714 13 220p/J
C172	Mica	120 pF	300	5	WK 714 13 120p/J
C175	Polystyrene	10 000 pF	100	5	TC 281 10k/B
C176	Polystyrene	10 000 pF	100	5	TC 281 10k/B
C181	P. E. T.	15 000 pF	400	5	TC 276 15k/B
C182	P. E. T.	22 000 pF	400	5	TC 276 22k/B
C183	P. E. T.	47 000 pF	400	5	TC 276 47k/B
C184	P. E. T.	68 000 pF	400	5	TC 276 68k/B
C185	P. E. T.	0.1 μF	400	5	TC 276 M1/B
C186	P. E. T.	0.22 μF	400	5	TC 276 M22/B
C187	Polystyrene	5 μF	160	1	TC 296 5M/D

No.	Type	Value	Max. DC voltage V	Tolerance ± %	Standard CSSR
C188	P. E. T.	1 500 pF	400	5	TC 276 1k5/B
C189	P. E. T.	2 200 pF	400	5	TC 276 2k2/B
C190	P. E. T.	4 700 pF	400	5	TC 276 4k7/B
C191	P. E. T.	6 800 pF	400	5	TC 276 6k8/B
C192	P. E. T.	10 000 pF	400	5	TC 276 10k/B
C193	P. E. T.	22 000 pF	400	5	TC 276 22k/B
C194	Polystyrene	0.5 μF	250	1	TC 297 M5/D
C195	Mica	200 pF	300	5	WK 714 13 200p/J
C196	Mica	330 pF	300	5	WK 714 13 330p/J
C197	Mica	620 pF	300	5	WK 714 13 620p/J
C198	P. E. T.	1 000 pF	400	5	TC 276 1k/B
C199	P. E. T.	1 500 pF	400	5	TC 276 1k5/B
C200	P. E. T.	3 300 pF	400	5	TC 276 3k3/B
C201	P. E. T.	4 700 pF	400	5	TC 276 4k7/B
C202	Polystyrene	6 800 pF	100	5	TC 281 6k8/B
C203	Polystyrene	10 000 pF	100	5	TC 281 10k/B
C204	Polystyrene	10 000 pF	100	5	TC 281 10k/B
C205	Polystyrene	10 000 pF	100	5	TC 281 10k/B
C206	Polystyrene	10 000 pF	100	5	TC 281 10k/B
C207	Polystyrene	1 500 pF	100	5	TC 281 1k5/B
C208	Polystyrene	1 500 pF	100	5	TC 281 1k5/B
C209	Mica	1 000 pF	300	5	WK 714 13 1n0/J
C210	Ceramic	150 pF	500	—	TK 810 150
C211	Mica	390 pF	300	5	WK 714 13 390p/J
C212	Mica	220 pF	300	5	WK 714 13 220p/J
C214	Mica	68 pF	300	5	WK 714 13 68p/J
C215	Mica	820 pF	300	5	WK 714 13 820p/J
C221	Ceramic	0.1 μF	32	+80 −20	TK 783 100n/Z
C222	Electrolytic	100 μF	35	—	TE 986 G1 - PVC

Transformers and coils:

Component	Designation	Drawing No.	No. of tap	No. of turns	Wire Ø in mm
Transformers	L1	1AN 666 13			
Coil		1AK 624 32	I—II	880	0.236
Coil			III—IV	880	0.236
Coil			V—VI	80	0.355
Coil		1AK 624 79	3—4	147	0.4
Coil			11—12	405	0.45
Coil		1AK 624 72	7—8	198	0.67
Coil	L2	1AK 587 06	approx. 280		0.1
Choke - coil	L3 - L5	1AN 653 83	—	28	0.3

Sundry electrical components:

Component	Type - Value	Drawing No.
Transistor E1, E2, E3, E6, E8, E9	KC509	—
Si-diode E4, E5, E23, E24, E27, E33, E34, E37, E43	KA501	—
Transistor E7	KC508	—
Transistor E21, E26, E31, E36	KFY18	—
Transistor E22, E32	KC507	—
Transistor E25, E35	KFY46	—
Germanium-diode E41, E42	GAZ51	—
Si-diode E51 ÷ E54, E56 ÷E59	KY130/80	—
Si-diode E61 ÷ E64	KY130/150	—
Zener diode E71, E72	KZ724	—
Incandescent lamp Ž1	24 V/0.05 A	1AN 109 22
Incandescent lamp Ž2, Ž3, Ž4	2.5 V/14 A	1AN 109 62
Meter M1	MP80, 100 μA	1AP 777 46
Fuse cartridge P1	200/250 T - 35 A for 220 V	ČSN 35 4734
Fuse cartridge P1	400/250 T - 35 A for 120 V	ČSN 35 4734
Fuse cartridge P2	250/250 T - 35 A	ČSN 35 4734
Fuse cartridge P3	500/250 T - 35 A	ČSN 35 4734

Stabilizer 1AF 009 26

Resistors:

No.	Type	Value	Max. load W	Tolerance ± %	Standard ČSSR
R1	Film	4.7 kΩ	0.125	10	TR 112a 4k7/A
R2	Film	1 kΩ	0.125	10	TR 112a 1k/A
R3	Film	1 kΩ	0.125	5	TR 112a 1k/B
R4	Film	15 kΩ	0.125	5	TR 112a 15k/B
R5	Wire-wound	22 Ω	1	5	TR 520 22/B
R6	Film	953 Ω	0.25	0.5	TR 161 953/±0.5%
R7	Film	12.4 kΩ	0.25	0.5	TR 161 12k4/±0.5%
R8	Film	7.15 kΩ	0.25	0.5	TR 161 7k15/±0.5%
R9	Film	1.8 kΩ	0.125	10	TR 112a 1k8/A
R10	Film	1 kΩ	0.125	10	TR 112a 1k/A
R11	Film	1 kΩ	0.125	5	TR 112a 1k/B
R12	Film	12 kΩ	0.125	5	TR 112a 12k/B
R13	Wire-wound	6.8 Ω	1	10	TR 520 6j8/A
R14	Film	487 Ω	0.25	0.5	TR 161 487/±0.5%
R15	Film	2.61 kΩ	0.25	0.5	TR 161 2k61/±0.5%
R16	Film	7.15 kΩ	0.25	0.5	TR 161 7k15/±0.5%

Capacitors:

No.	Type	Value	Max. DC voltage V	Tolerance ± %	Standard ČSSR
C1	Ceramic	22 000 pF	40	+50 −20	TK 744 22n/S
C2	Electrolytic	10 μF	15	—	TE 984 10M
C3	Ceramic	27 pF	40	±20	TK 774 27p/M
C4	Electrolytic	200 μF	35	—	TE 986 G2 - PVC
C5	Ceramic	22 000 pF	40	+50 −20	TK 744 22n/S
C6	Electrolytic	10 μF	15	—	TE 984 10M
C7	Ceramic	27 pF	40	±20	TK 774 27p/M
C8	Electrolytic	500 μF	15	—	TE 984 G5 - PVC

Sundry electrical components:

Component	Type - Value	Drawing No.
Integrated cicruit E1, E3	MAA 723H	—
Transistor E2, E4	KU611	—

Stabilized power supply 1AF 005 99

Resistors:

No.	Type	Value	Max. load W	Tolerance ± %	Standard ČSSR
R1	Film	1 Ω	0.125	10	TR 212 1R/K
R2	Wire-wound	3.3 kΩ	2	10	TR 521 3k3/A
R3	Film	2.61 kΩ	0.125	0.5	TR 161 2k61 ±0.5%
R4	Film	3.32 kΩ	0.125	0.5	TR 161 3k32 ±0.5%
R5	Film	2.61 kΩ	0.125	0.5	TR 161 2k61 ±0.5%
R6	Film	1.69 kΩ	0.125	0.5	TR 161 1k69 ±0.5%
R7	Film	43.2 kΩ	0.125	0.5	TR 161 43k2 ±0.5%
R8	Film	487 Ω	0.125	0.5	TR 161 487 ±0.5%
R9	Film	1 kΩ	0.25	1	TR 191 1k/F
R10	Film	30.1 kΩ	0.25	1	TR 191 30k1/F
R11	Film	1 kΩ	0.25	10	TR 151 1k/A
R12	Wire-wound	18 Ω	1	5	TR 520 18/B
R13	Film	4.7 kΩ	0.5	5	TR 152 4k7/B
R14	Film	100 Ω	0.25	10	TR 151 100/A

Capacitors:

No.	Type	Value	Max. DC voltage V	Tolerance ± %	Standard ČSSR
C1	Electrolytic	10 μF	15	—	TE 984 10M - PVC
C2	Ceramic	560 pF	40	10	TK 794 560p/K
C3	Ceramic	22 000 pF	40	+80 −20	TK 744 22n/S
C4	Electrolytic	200 μF	70	—	TE 988 G2 - PVC

Further electrical components:

Component	Type - Value	Drawing No.
Zener diode E1	8NZ70	
Transistor E2	KF702F	
Germanium diode E3	GA201	
Integrated circuit E5	MAA 723H	
Zener diode E6	KZZ71	
Transistor E7	KU612	
Transistor E4	KF504	

SEZNAM PŘÍLOH

BM 524/1 — odkrytovaný přístroj

Desky s plošnými spoji

BM 524/2 — 1AF 004 05 — výkonový zesilovač I
— 1AF 004 06 — detektor
BM 524/3 — 1AF 004 09 — deska sestavená
— 1AF 004 32 — budicí zesilovač

BM 524/4 — 1AF 004 33 — výkonový zesilovač II
— 1AF 005 99 — stabilizátor

BM 524/5 — 1AF 009 26 — stabilizátor
— 1AN 290 54 — usměrňovač

Schémata

BM 524/6 — 1AF 005 99 — stabilizátor
BM 524/7 — 1AF 009 26 — stabilizátor
BM 524/8 — 1AN 260 42 — generátor
BM 524/9 — 1AN 260 42 — generátor

ПЕРЕЧЕНЬ ПРИЛОЖЕНИЙ

BM 524/1 — Вид открытого прибора

Печатные платы

BM 524/2 — 1AF 004 05 — Мощный усилитель I
— 1AF 004 06 — Детектор
BM 524/3 — 1AF 004 09 — Пластина в сборе
— 1AF 004 32 — Усилитель возбуждения
BM 524/4 — 1AF 004 33 — Мощный усилитель II
— 1AF 005 99 — Стабилизатор
BM 524/5 — 1AF 009 26 — Стабилизатор
— 1AN 290 54 — Выпрямитель

Схемы включения

BM 524/6 — 1AF 005 99 — Стабилизатор
BM 524/7 — 1AF 009 26 — Стабилизатор
BM 524/8 — 1AN 260 42 — Генератор
BM 524/9 — 1AN 260 42 — Генератор

LIST OF ENCLOSURES

BM 524/1 — Discovered instrument

Printed circuit boards

BM 524/2 — 1AF 004 05 — Power amplifier I.
— 1AF 004 06 — Detector
BM 524/3 — 1AF 004 09 — Board assembled
— 1AF 004 32 — Exciting amplifier

BM 524/4 — 1AF 004 33 — Power amplifier II.
— 1AF 005 99 — Stabilizer

BM 524/5 — 1AF 009 26 — Stabilizer
— 1AN 290 54 — Rectifier

Diagrams

BM 524/6 — 1AF 005 99 — Stabilizer
BM 524/7 — 1AF 009 26 — Stabilizer
BM 524/8 — 1AN 260 42 — Generator
BM 524/9 — 1AN 260 42 — Generator

EXPORT
IMPORT
KOVO
PRAHA
CZECHOSLOVAKIA

X — č-r-a — 350-II/79

Tisk, knižní výroba, n. p., Brno, provoz 53, Vyškov, 648-79